
HORS SERIE
ELECTRONIQUE PRATIQUE
MICROS & ROBOTS
N°3 AVRIL 2002 4,60€
EN KIT : le robot footballeur très joueur.
L'INITIATION ET LA PRATIQUE DES ROBOTS
Les nouveautés, les Kits, les réalisations.
DRAGON, BRAS MANIPULATEUR, TÊTE HUMANOÏDE, ROBOT PROGRAMMABLE
RETROUVEZ sur CD-ROM les programmes, les PCB des montages et les vidéos... (voir P. 88)
au sommaire
Mécanique : Une roue à codeur
Kit : Les robots en bois
Robot à PIC Basic
Commande des servomoteurs
T 06353 - 3 H - F: 4,60 € - RD
FRANCE : 4,60€ • DOM SURF 5,05€ • BEL 5,00€ • CAN 5,95$C • CH 8,50FS • ESP 5€ • PORT 5€ • MAR 45DH • TUN 3,5DT



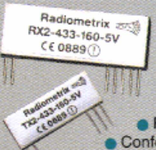

**Telecontrolli** est un des leaders mondiaux dans la fabrication de modules hybrides radio **"AM"** pour la plupart directement compatibles broches-à-broches avec les standards du marché.

| Modèle | Désignation | Pu (€) | PU par 10 pcs |
|---|---|---|---|
| | Emetteur 433 MHz antenne intégrée (17,8 x 10,2 mm) | 8,69 | 5,49 |
| | Emetteur 433 MHz antenne externe (17,7 x 11,4 mm) | 8,38 | 5,30 |
| | Récepteur 433 MHz superéaction (38,1 x 12,7 mm) | 6,71 | 4,88 |
| | Récepteur 433 MHz superhétérodyne (38,1 x 14,5 mm) | 20,58 | 12,18 |
| | Emetteur 868 MHz antenne externe (35,6 x 11,4 mm) | 7,93 | 6,01 |
| | Récepteur 868 MHz superéaction (32 x 12,7 mm) | 7,93 | 6,01 |
| | Récepteur 868 MHz stabilisation PLL (38,1 x 18,5 mm) | 22,56 | 15,09 |

**Nombreux autres modules consultez-nous pour tarifs quantitatifs**




**Radiometrix** est un des leaders mondiaux dans la fabrication de modules hybrides radio **"FM"** **"low-cost"** dont la qualité vous permettra de repousser les limites de vos applications radio.




### TX2 / RX2

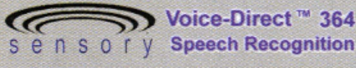
- Entièrement blindés
- Débit 14 à **160 Kbps**
- Récepteur superhétérodyne double conversion grande sensibilité
- Portée jusqu'à 300 m à vue
- Conformité normes radio / CEM
- Faibles dimensions

### BIM2-433-160

Transceiver (émetteur/récepteur) entièrement blindé pour réalisation de systèmes de communication bidirectionnelle haute fiabilité / **"low-cost"** ● Débit max.: **64 à 160 Kbps** ● Récepteur superhétérodyne double conversion ● Portée jusqu'à 200 m à vue ● Conformité normes radio/CEM.

33 mm – 23 mm – épaisseur: 4 mm

**Nombreux autres modèles: TX3/RX3 (émetteur/récepteur en 868 MHz, RPC-433 transceiver microtrôlé pour conception de mini-réseaux de transmission de données...**




**Voice-Direct ™ 364 Speech Recognition**

**Sensory** propose une gamme de modules autonomes dédiés à la reconnaissance vocale.



### Voice-extrême 364 module

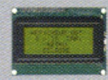
Ce module intègre un microcontrôleur avec entrés/ sorties, mémoire RAM, timers, port série. Il se programmable en **langage "C"** et dispose d'instructions de reconnaissance vocale mono-locuteur, de reconnaissance de mots de passe, de génération de sonorité DTMF, d'enregistrement et de reproduction de la voix ou de de fichiers ".WAV". Nécessite le pack de développement ci-dessous.
Le module seul .................................. **65,55 €**

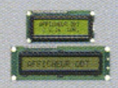


Le pack de développement complet comprenant 1 module "Voice-extrême 364" + une platine support avec zone de développement + un câble de téléchargement + une suite logiciel (langage "C" + linker + traitement des fichiers ".wav") .................................. **179,43 €**

**Orion Display Technology (ODT)** est un des leaders mondiaux dans la fabrication d'afficheurs LCD alphanumériques dont la réputation tient à la fois à la qualité (tous les modèles sont de type STN) et aux prix extêmement compétitifs de leurs produits.
**Remise 20 % par 10 pcs sur prix rouges.**



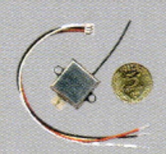




| Type | Dimensions | Pu (€) |
|---|---|---|
| 2 x 8 carac. | Dim.: 54 x 37 x 10 mm | 6,78 |
| 1 x 16 carac. | Dim.: 80 x 36 x 12,5 mm<br>Version rétro-éclairé | 7,02<br>9,23 |
| 1 x 16 carac. | Dim.: 115 x 35 x 10 mm | 9,98 |
| 2 x 16 carac. | Dim.: 80 x 36 x 10 mm<br>Version rétro-éclairée | 7,85<br>12,03 |
| 2 x 16 carac. | rétro Dim.: 80 x 36 x 11 mm | 10,56 |
| 2 x 16 carac. | Dim.: 122 x 44 x 12,5 mm<br>Version rétro-éclairée | 15,43<br>23,87 |
| 4 x 16 carac. | Dim.: 87 x 60 x 12,5 mm<br>Version rétro-éclairée | 15,34<br>20,60 |
| 1 x 20 carac. | Dim.: 182 x 33,5 x 10 mm | 21,91 |
| 2 x 20 carac. | Dim.: 116 x 37 x 11 mm<br>Version rétro-éclairée | 12,83<br>18,46 |
| 4 x 20 carac. | Dim.: 116 x 37 x 11 mm<br>Version rétro-éclairée | 18,36<br>26,39 |
| 2 x 40 carac. | Dim.: 182 x 33,5 x 13 mm<br>Version rétro-éclairée | 23,36<br>34,02 |
| 4 x 40 carac. | Dim.: 190 x 54 x 13 mm<br>Version rétro-éclairée | 32,69<br>50,79 |

**Tous les afficheurs disposent d'un contrôleur intégré pour un pilotage en mode 4 ou 8 bits**

## TRANSMISSION VIDEO 2,4 GHz

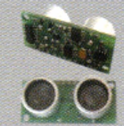


**Mini émetteur 'ESM2.4-A'**
- Dim.: 15 x 15 x 7 mm
- Fréqu.: 2,47 GHz
- Ant. omni. filaire
- Portée max.: 300 m
- Alim.: **5 à 12 Vcc**

L'émetteur ... **91,32 €**

**Récepteur vidéo 'RMB2.4-A'**
Dim.: 145 x 85 x 40 mm - Antenne intégrée - Livré en boîtier - Alim.: 12 Vcc ............ **86,90 €**

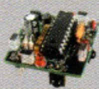
## SPECIAL MODULES ROBOTIQUES



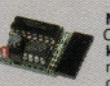
**MINI MODULE «SONAR»**
Délivre une impulsion dont la largeur est proportionnelle à la distance qui le sépare d'un obstacle (3 cm à 3 m) - Alim.: 5 VCC - Dim.: 43 x 20 x 17 mm.
Le module seul ....... **33,39 €**



**MINI MODULE «BOUSSOLE»**
Fournie la position en degré via une impulsion à largeur variable ou depuis une information série type I2C™ - Alim.: 5 Vcc - Dim.: 35 x 32 mm.
Le module seul ....... **44,97 €**



**MINI «BALISE INFRAROUGE»**
Cette petite platine livrée **en kit** permet à une paire de robots mobiles de se détecter l'un l'autre afin de se poursuivre, de se suivre, de se regrouper, de s'affronter... Elle permet également de concevoir un robot capable de se repérer et de reconnaître une base afin par exemple d'y retourner «tout-seul» - Alim.: 5 Vcc - portée: 6 m env. Une balise par robot ou par base est nécessaire.
Une balise **seule en kit** ...................... **47,38 €**



**MINI INTERFACE MOTEUR CC**
Cette petite platine livrée **en kit** vous permettra de commander 2 moteurs «CC» différents (1A max) à partir d'un signal RS-232 (1200 à 19200 bds) - Gestion indépendante du sens de rotation et de la vitesse (127 possibilités) - Plusieurs platines peuvent être utilisées pour piloter jusqu'à 62 moteurs avec une seule ligne série !
Le module **seul en kit** (sans moteur) **40,43 €**








Cette gamme de robots didactiques se distingue par des prix très compétitifs associés à une qualité de réalisation exemplaire mettant en oeuvre des techniques de pointe tout en préservant une très grande simplicité d'assemblage.

**Robo Jr** est capable de suivre une ligne foncée tracée sur le sol. Il est doté de 4 leds infrarouges qui contrôlent ses moteurs de propulsion afin d'assurer les corrections de trajectoires nécessaires au suivi de la ligne. Livré en kit. **45,58 €**

**Mr line** similaire au robot ci-dessus, ce modèle dispose de 6 leds infrarouges et d'un micro-contrôleur qui lui confèrent une très grande vitesse associée à une gestion des tracés avec intersections (circuit en '8') et une autorecherche de tracé en cas de déplacement en dehors de sa ligne. Livré en kit. **72,41 €**

**Robo-lefter** est un 'parcoureur' de labyrinthe. Ses 12 leds infrarouges lui permettent de déterminer sa position par rapport aux murs et d'emprunter les différents chemins du labyrinthe. Programmé en **langage 'C'**, il est livré avec le fichier source et un compilateur (shareware) qui vous permettra de changer le programme afin de modifier les 'stratégies' de déplacement du robot ou de le faire évoluer hors labyrinthe. Livré en kit avec CD-ROM. **249,25 €**

**AIRAT 2** est un 'résolveur' de labyrinthe. Véritable bijou technologique (tant au niveau mécanique, qu'électronique), ce robot poura retrouver **tout seul** la sortie d'un labyrinthe dont il ne connait pas le tracé en essayant différents chemins successifs. Entièrement programmé en langage 'C' (source livré), il s'apparente à une plate-forme de développement dont l'intérêt ludique est inégalé. Doté de 12 leds infrarouges, d'un afficheur LCD, d'un buzzer, de boutons-poussoirs, de 2 ac-cus d'alimentation, il est livré avec un CD-ROM contenant plusieurs programmes dont un simulateur lvous permettant de tester les réactions du robot sur votre PC. **1249,32 €**

**HEXAVOIDER** est un robot 'araignée' programmé en langage 'C'. Son mode de déplacement très impressionnant et original est calqué sur celui d'un insecte. Disposant de 6 pattes actionnées par 3 servomoteurs, il est capable d'éviter les obstacles en les contournant grâce à l'emploi de 2 'antennes' (type palpeur) et de 3 diodes infrarouges qui analysent l'environnement proche du robot. Modèle de grande qualité (structure plastique très solide et électronique 'de pointe'). A noter qu'une interface radio optionnelle vous permet également de piloter entièrement le robot à distance depuis un compatible PC. Livré en kit avec son accu. **275,93 €**

**Vidéos complètes disponibles sur notre site internet et notre CD-ROM**

## PIECES MECANIQUES SEULES

Châssis alu professionnel avec 2 moteurs pas-à-pas haute précision et ball caster .... **212,67 €**

Moteur avec réducteur (22.4:1) Dim.: Ø 24 x 23 mm - Diam. arbre moteur: Ø 3 mm - long.: 12 mm. Alim.:: 5 Vcc .................. **22,71 €**

Châssis double moteur'- réduction 63 : 1 - Alim.: 3 Vcc - Dim.: 43 x 60 x 22 mm - Arbre: Ø 3 mm - long. 89 mm .................. **18,29 €**

Base alu pour réalisation de robots 'suiveurs de ligne" - Découpe pour emplacement capteurs **22,71 €**

Set de 2 roues plastiques - Diam.: 26 mm - Ep. 10 mm env. **5,95 €**

Ball Caster à utiliser comme une roue subsidiaire - Diam.: 22 mm - Hauteur: 14,5 mm .......... **10,98 €**

Pinch Roller à utiliser comme une roue subsidiaire - Longeur totale: 18,5 mm - Diam.: 9,8 mm **5,95 €**

# PICBASIC

Les **PICBASIC** sont de petits modules hybrides composés d'un microcontrôleur qui se programme très facilement en "BASIC" via un PC grâce à un logiciel (environnement Windows™ 3.1/95/98/Me) qui transfèrera vos instructions dans sa mémoire par un câble raccordé au port imprimante. Une fois "téléchargé", ce dernier pourra être déconnecté du PC pour devenir autonome.

Architecture "pseudo-multitâche" capable de gérer 6 actions **simultanément en plus du programme** principal tout en conservant une vitesse max. de **40.000** commandes/sec. Instructions spécialisées (convertisseurs analogiques/numériques, gestion de servos, moteurs pas-à-pas, PWM, I2C™, SPI™, RS232, claviers matricés, horloge / calendrier). **Idéals** pour réalisation rapide d'applications en robotique, alarme, informatique embarquée, mesure sur site, collecte de données, domotique, automatisation....

Lorsqu'ils sont reliés au PC, les **PICBASIC** réagissent en véritable sonde d'émulation, vous permettant de stopper l'éxécution du programme pour vérifier sur la fenêtre de votre PC les valeurs **de toutes les variables** (et de les modifier sur PICBASIC2000) ou d'exécuter votre application en **mode pas-à-pas ou jusqu'au prochain point d'arrêt** (le rêve pour les développeurs !).

**Enfin, sachez que les documentations des PICBASIC sont entièrement en FRANCAIS**



**PICBASIC-1B**
Mém. prog.: **2 K** - Mémoire RAM: **96 octets** - Ports E/S: **16** - 1000 commandes/sec - Dim.: **57 x 27 x 9 mm**.
Le module seul au détail ...................... **40,40 €**
Pack de programmation comprenant 1 module + 1 CD + 1 câble de liaison + notice ....... **53,66 €**



**PICBASIC-1S**
Mém. prog.: **4 K** - RAM: **96 octets** - Ports E/S: **16** dont 5 **CAN** 8 bits - 1000 commandes /sec-Dim.: **57x27x9 mm**
Le module seul au détail ...................... **57,17 €**
Pack de programmation comprenant 1 module + 1 CD + 1 câble de liaison + notice ....... **69,97 €**



**PICBASIC-2S**
Mém. prog.: **8 K** - Mémoire RAM: **96 octets** - Ports E/S: **27** dont 8 **CAN** 8 bits - 1000 commandes/sec. - Dim.: **45 x 25 x 15 mm**
Le module seul au détail ...................... **73,48 €**
Pack de programmation comprenant 1 module + 1 CD + 1 câble de liaison + notice ........ **86,13 €**

**PICBASIC-2H**
Idem "PICBASIC-2S" sauf mém. prog.: **16 K** et 5000 commandes/sec. Module seul **83,69 €**
Pack de programmation comprenant 1 module + 1 CD + 1 câble de liaison + notice ........ **95,89 €**

**Versions «circuit intégré» seul, nécessitant un quartz, 2 condensateurs, 2 resistances + 1 diode pour être opérationnel**



**PICBASIC-3B**
Mém. prog.: **4 K** - Mémoire RAM: **96 octets** - Ports E/S: **18** dont 5 **CAN** 10 bits - **35.000** commandes/sec. - Dil 28 broches
Le circuit intégré seul ........................ **28,20 €**
Pack de programmation comprenant 1 circuit + 1 CD + 1 câble de liaison + notice .......... **48,02 €**

**PICBASIC-3H**
Circuit 40 broches sauf Ports E/S: **29** dont 8 **CAN** 10 bits. Circuit intégré seul ......... **44,21 €**
Pack de programmation comprenant 1 circuit + 1 CD + 1 câble de liaison + notice .......... **64,79 €**

**Les PICBASIC2000 sont des modèles encore plus performants et dotés d'instructions additionnelles**



**PBM-R1** (PICBASIC2000)
Mémoire prog.: **64 K (flash)** - Mémoire EEprom: **8 K** - Mémoire RAM: **8 k** - Ports E/S: **34** dont 10 **CAN 10 bits** - **40.000** commandes/sec. - Dim.: **65 x 75 x 16 mm**
Le module seul au détail ...................... **96,96 €**
Pack de programmation comprenant 1 module + 1 CD + 1 câble de liaison + notice ..... **143,15 €**

**PBM-R5** (PICBASIC2000)
Idem ci-dessus sauf mémoire EEprom (32 K), mémoire RAM (32 K) - **8 CAN 10 bits** + 2 **CAN 12 bits** + horloge/calendrier sauvegardé.
Le module seul au détail ..................... **123,64 €**
Pack de programmation comprenant 1 module + 1 CD + 1 câble de liaison + notice **169,98 €**

CAN = Convertisseur Analogique/Numérique

**Description complète des instructions avec explications et exemples complets sur notre CD-ROM et notre site internet www.lextronic.fr**

# Catalogue LEXTRONIC sur CD-ROM

**Commandez dès maintenant ce dernier en nous envoyant 3,81 € en timbre ou en chèque à l'adresse ci-dessous**

**GRATUIT pour les écoles, IUT, universités... Envoyez simplement une demande sur papier à entête en précisant bien les coordonnées complètes du demandeur**




**Nouveau !** Consultez les documentations de tous nos produits sur notre CD-ROM **édition 2002** (format PC - environnement Windows™ - ne nécessite aucune installation). Ce dernier renferme également notre catalogue général avec près de 19 rubriques ainsi que les démos de nos logiciels de CAO et programmateurs.




**LEXTRONIC**
**36/40 Rue du Gal de gaulle**
**94510 La Queue en brie**

**Tél.: 01.45.76.83.88**
**Fax: 01.45.76.81.41**
**www.lextronic.fr**

Représentant / Distributeur France: Comfile Technology - Eletech - Elnec - Kern electronic - Microrobot - ODT - Radiometrix - Seetrax - Sensory - Telecontrolli

Tous les prix sont TTC - frais de port en sus: 6,71 €

# SOMMAIRE

HORS SÉRIE

MICROS & ROBOTS

**ELECTRONIQUE PRATIQUE**
HS N°03 - AVRIL 2002
I.S.S.N. 0243 4911

**PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD**
S.A. au capital de 786 900 €
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.44.84.85.45
Internet : http://www.eprat.com
Principaux actionnaires :
M. Jean-Pierre VENTILLARD
Mme Paule VENTILLARD

Président du conseil d'administration,
Directeur de la publication : Paule VENTILLARD
Vice-Président : Jean-Pierre VENTILLARD
Attaché de Direction : Georges-Antoine VENTILLARD
Directeur de la rédaction : Bernard FIGHIERA
Directeur graphique : Jacques MATON
Maquette : Jean-Pierre RAFINI

Avec la participation de : U. Bouteveille, J. Damelincourt, L. Flores, A. Garrigou, F. Giamarchi, R. Knoerr, C. Leidwanger, E. Lemery, Y. Mergy, P. Morin, P. Oguic, L. Recher, D. Rey, C. Tavernier.



Directeur de la diffusion et promotion :
Bertrand DESROCHE
Responsable ventes :
Bénédicte MOULET Tél. : 01.44.84.84.54
N° vert reservé aux diffuseurs et dépositaires de presse : 0800.06.45.12

PGV - Département Publicité :
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER (84.87)
Chef de publicité : Pascal DECLERCK (84.92)
E-Mail : lehpub@le-hp.com
Assisté de : Karine JEUFFRAULT (84.57)
Abonnement/VPC: Voir nos tarifs en page intérieure.
Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»
Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal. Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.
• Pour tout changement d'adresse, joindre 0,46 € et la dernière bande.
Aucun règlement en timbre poste.
Forfait photocopies par article : 4,60 €.

Distribué par : TRANSPORTS PRESSE
Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à Electronique Pratique aux USA ou au Canada, communiquez avec Express Mag par téléphone :
USA : P.O.Box 2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239
CANADA : 4011boul.Robert, Montréal, Québec, H1Z4H6
Téléphone : 1 800 363-1310 ou (514) 374-9811
Télécopie : (514) 374-9684.
Le tarif d'abonnement annuel (9 numéros) pour les USA est de 49 $US et de 68 $cnd pour le Canada.
Micros & Robots, ISSN number 0243 4911, is published 9 issues per year by Publications Ventillard at P.O. Box2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239 for 49 $US per year.
POSTMASTER : Send address changes to Micros & Robots, c/o Express Mag, P.O. Box 2769, Plattsburgh, N.Y., 12901-0239.

Ce numéro a été tiré à 50 200 exemplaires

CPPAP: 60165 - IMPRIMERIE STIGE
Dépôt légal à parution

**N°03 ■ AVRIL 2002**





▶ **RETROUVEZ sur CD-ROM** [voir P.88 ]
les programmes, les PCB des montages et les vidéos...

# Edito





*Vous avez votre troisième numéro de MICROS & ROBOTS entre les mains. Nous espérons qu'il comblera vos attentes. Vous allez y trouver de nouvelles formes de robots, de nouveaux capteurs et d'autres montages pour commander des bras et moteurs. Mais, aussi, une réflexion sur les différents courants de pensée associée à la robotique.*
*A l'image du concours de 2002, l'accent est mis dans ce numéro sur les robots marcheurs qui, bien que plus difficile à programmer, sont porteurs de plus de réalisme. Mais le côté ludique est présent aussi avec, entre autres, les Legos Mindstorms.*

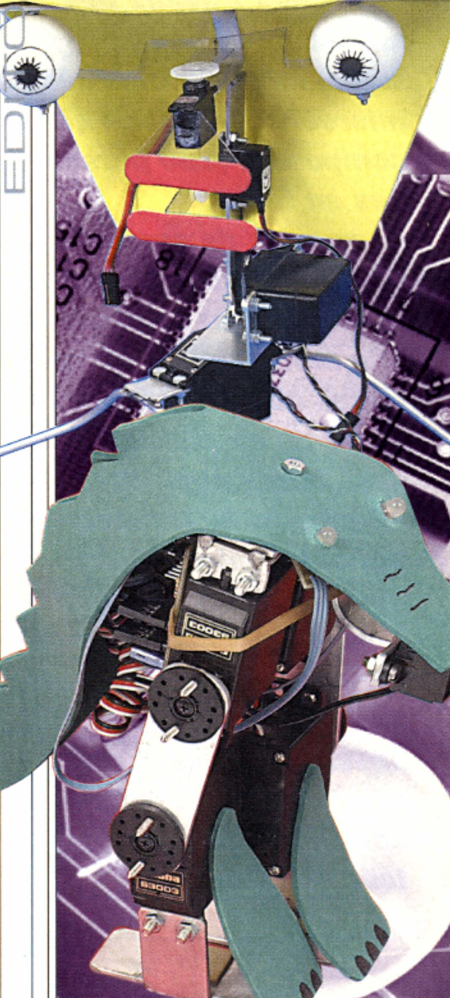
*Le 24 novembre 2001, dans le cadre du salon EDUCATEC 2001, a eu lieu le 2ème concours de robotique organisé par votre revue. De prestigieux lots ont récompensé les lauréats qui avaient, une fois de plus, rivalisés d'astuces et d'imaginations.*
*Le 3ème concours est lancé, pour fin novembre 2002. La nouveauté, cette année, sera la catégorie des robots marcheurs, représentant une première en France. Et pour ne pas pénaliser les débutants, nous maintenons une catégorie de robots classiques à roues.*

***Intelligence artificielle et robotique***

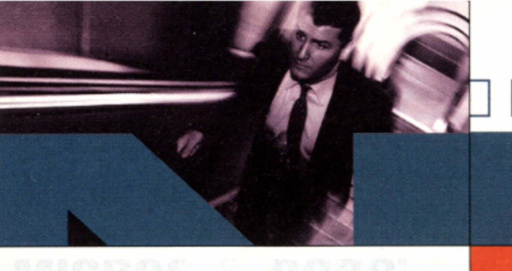
*Les premiers programmes d'I.A. ont servi à décoder les messages pendant la seconde guerre mondiale. Depuis, ils ont été utilisés pour réaliser des systèmes experts (analyse et maintenance) pour, maintenant, essayer de "parasiter" nos robots. Mais déjà une nouvelle forme de "vie artificielle" souhaite se dégager de tout cela, tel un papillon de sa chrysalide. Elle semble plus prometteuse, moins structurelle. L'avenir nous le dira.*

*La recherche s'accélère dans tous les domaines avec des démarches différentes suivant la sensibilité ou la nécessité. Les Japonais sont très proches de copier des tâches humaines de service ou d'aide : aide aux personnes âgées, avec des robots de forme humaine, ou aide à la localisation de personnes en difficulté suite à un tremblement de terre avec, par exemple, un insecte réel robotisé équipé d'une caméra et commandé à distance.*
*Les recherches les plus sérieuses sont réalisées, dans les plus grandes universités, sur les neurones artificiels. Cela permettra d'accroître les capacités de calcul des robots pour les ingénieurs en intelligence artificielle et de comprendre le fonctionnement de notre cerveau pour les biologistes.*
*Le robot apparaît ainsi moins comme une copie de l'homme que comme une expérience qui renvoie le chercheur au point de départ de toute expérience : l'être humain lui-même. Une fois de plus, nous voici appelés à relever le vieux défi socratique :*

*Connais-toi, toi-même (Socrate)*



**F. GIAMARCHI**





# LE LIRMM

***Le Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM) est une unité de recherche dépendant conjointement du Centre National de Recherche Scientifique et de l'Université Montpellier II. Créé en 1992, le LIRMM se positionne pleinement dans le domaine des "Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication" (STIC) grâce aux travaux des automaticiens, roboticiens, informaticiens et microélectroniciens qui le composent (250 personnes au total).***

***Le spectre de ses activités est très large et va de la conception de circuits à la modélisation de systèmes complexes à base d'agents en passant par des études algorithmiques, la bioinformatique, les interactions homme-machine, la robotique...pour ensuite trouver une finalisation dans des domaines applicatifs aussi divers que la biologie, la chimie, les télécommunications, le secteur médical...***

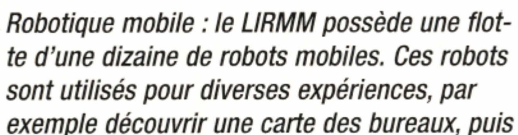
*En robotique, le LIRMM couvre plusieurs spécialités :*

*Robotique industrielle : en coopération avec divers industriels, le LIRMM développe des machines d'usinage rapide et d'assemblage. Ces robots possèdent des architectures spécifiques en carbone et en alliages légers qui leur permettent d'atteindre des accélérations de l'ordre de 20 G et des vitesses 10 fois supérieures aux machines traditionnelles.*

*Le robot H4.*

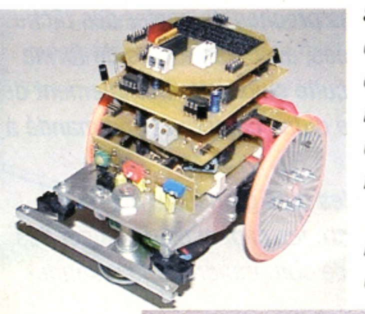

*Le robot Dermarob*

*Robotique médicale : l'objectif de ces recherches n'est pas de remplacer le chirurgien mais de l'assister dans des tâches délicates ou précises. Par exemple, le robot DERMAROB est capable de réaliser des prélèvements de peau pour les greffes aux grands brûlés. D'autres projets de chirurgie minimalement invasive sont en cours.*


*Le robot taipan.*

*Robotique sous-marine : Taipan est une torpille sous-marine pacifique. Elle se déplace dans les fonds marins pour réaliser différentes tâches : cartographie, recherche de sources d'eau douce. Elle est totalement autonome et remonte régulièrement à la surface pour se recaler grâce à un GPS.*

*Robotique mobile : le LIRMM possède une flotte d'une dizaine de robots mobiles. Ces robots sont utilisés pour diverses expériences, par exemple découvrir une carte des bureaux, puis se déplacer dans les locaux. La plupart des projets sont basés sur la coopération entre les robots, transport d'objets entre deux robots, coopération avec différents capteurs. Ces robots sont de moins en moins programmés, mais apprennent à construire leur code tout seuls.*


*Le robot Servobot «l'ancêtre de type I"*

*Les prochains développements du département Robotique concernent notamment la locomotion assistée par électrostimulation fonctionnelle, l'aide au geste pour la reproduction de volumes 3D complexes (par exemple pour les sculpteurs), ainsi que la télérobotique.*


*Les robots type I*

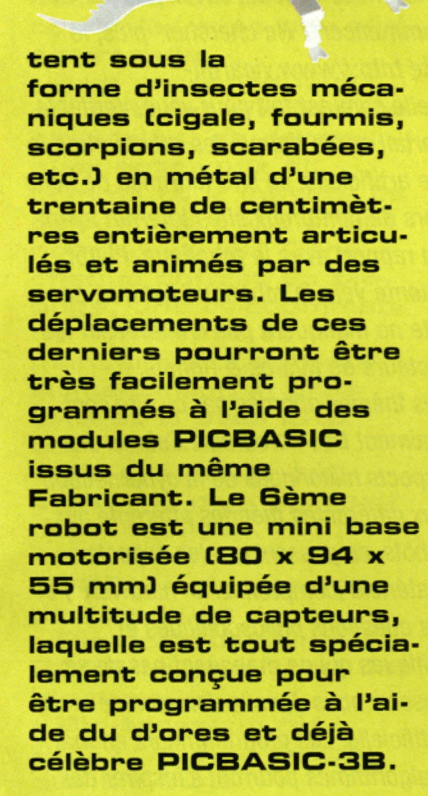
*LIRMM*
*161, rue Ada*
*34392 Montpellier Cedex 5*
*Tél. : 04 67 41 85 05*
*Fax : 04 67 41 85 00*
*http://www.lirmm.fr*





# ROBOTS MARCHEURS POUR PICBASIC

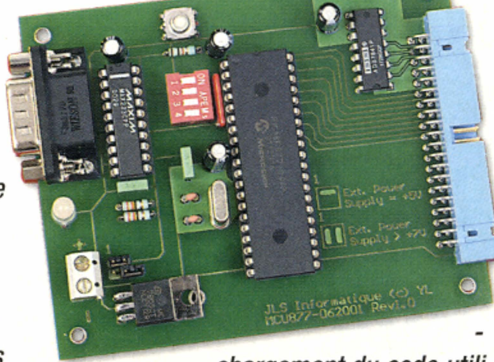
***Le Fabricant Coréen Comfile Technology annonce*** par la voix de son représentant exclusif pour la France LEXTRONIC, la mise sur le marché de 6 nouveaux robots. Cinq d'entre eux se présentent sous la forme d'insectes mécaniques (cigale, fourmis, scorpions, scarabées, etc.) en métal d'une trentaine de centimètres entièrement articulés et animés par des servomoteurs. Les déplacements de ces derniers pourront être très facilement programmés à l'aide des modules PICBASIC issus du même Fabricant. Le 6ème robot est une mini base motorisée (80 x 94 x 55 mm) équipée d'une multitude de capteurs, laquelle est tout spécialement conçue pour être programmée à l'aide du d'ores et déjà célèbre PICBASIC-3B.



Prix à partir de 221 € TTC.

LEXTRONIC
Tél. : 01.45.76.83.88
www.lextronic.fr

# LA CARTE MCU 877 DE JLS INFORMATIQUE




*La carte MCU877 est une carte universelle à microcontrôleur 8 bits équipée de 8 Ko de FLASH. La carte est au format 100x80mm et dispose d'un convertisseur A/N, d'un connecteur 40 points, d'un bouton-poussoir de RAZ, d'un DIP Switch de configuration et d'un port RS232. Elle est commercialisée par la société JLS INFORMATIQUE.*
*Ses principales caractéristiques sont les suivantes :*
- *Microcontrôleur PIC 16F877 à 4 MHz*
- *8 Ko de FLASH interne, moniteur embarqué*
- *368 octets de RAM statique interne et 256 d'octets d'EEPROM interne*
- *UART RS232*
- *23 I/O partagées (timer, UART, interruptions, etc.)*
- *Dimensions 100x80mm*
- *Fonctionnement de 0 à 60°C*
- *Convertisseur A/N 12 bits sériel, 4 canaux*
- *Dipswitch de configuration, LED bicolore*
- *Alimentation +5V programmable, consommation maximum de 21mA*

## DIVERS

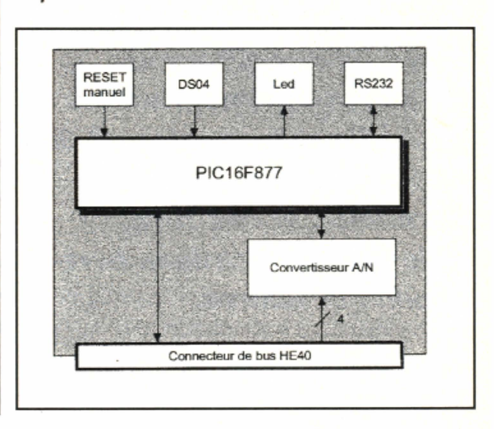
*La fréquence maximale admissible par le P1C16F877-04P est de 4 MHz. Une fréquence de quartz telle que 3.6864 MHz peut être utile pour générer les fréquences de communications sérielles sans erreur. Néanmoins, cela fonctionne parfaitement à 4 MHz pour le format pré-programmé 9600, n, 8, 1.*

## CONFIGURATION PAR DIPSWITCH

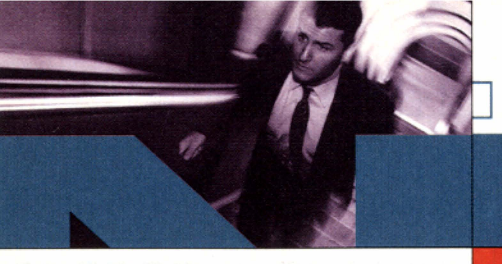
*La carte dispose d'un Dipswitch à quatre interrupteurs qui permet de configurer la carte en fonction de ses besoins et du programme qui gère ces switchs. Ainsi, on dispose de seize valeurs différentes (0 à F) qui permettent, par exemple, de choisir une fréquence d'acquisition, un taux de transfert, un nombre d'entrées/sorties, etc. Le Dipswitch est accessible à travers le port A (RA0 à RA3), les interrupteurs tirent les lignes à la masse et celles-ci sont ramenées au niveau haut par un réseau SIL.*
*Le moniteur MON877 a été développé pour télécharger rapidement et simplement un programme in situ, sans être obligé de placer le composant sur un programmateur. Ses fonctions sont donc restreintes :*
- *lancement automatique du code si l'utilisateur ne prend pas la main au démarrage*
- *chargement du code utilisateur, avec vérification d'adresses et de validité de données*
- *lancement manuel du code utilisateur*

*La liaison entre la carte MCU877 et un ordinateur de développement s'effectue par un port série de type RS232. Les paramètres de communication sont : 9600 bauds, pas de parité, 8 bits de données, 1 bit de stop. Le terminal utilisé pour dialoguer avec le moniteur doit être paramètré avec un délai de fin de ligne de 100ms, afin que le moniteur dispose du temps nécessaire pour programmer la FLASH. Le fichier utilisateur à transférer est le fichier compilé, avec l'extension .HEX.*

*Le câble de liaison ordinateur/MCU877 (prises RS232 mâles 9 points) ne nécessite qu'une liaison deux fils plus la masse. L'interfaçage entre la sortie série et carte est assuré par un convertisseur de niveaux de type MAX233. Le synoptique de la carte est donné ci-dessous.*




JLS INFORMATIQUE www.jls-info.com
Tel. : 33 (0)3 82 86 00 16 Fax : 33 (0)3 82 86 00 12



# NEWS

SUR LE MARCHÉ




## UN DESS APPLIQUÉ À LA ROBOTIQUE MOBILE :

### LE DESS S.E.C.T DE L'UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE

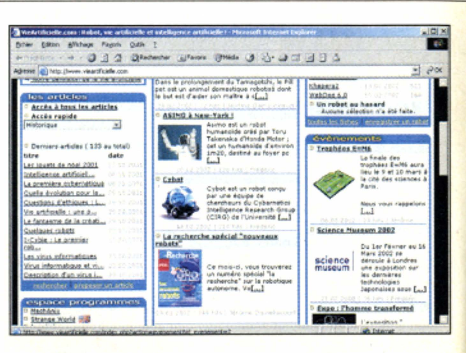
**L'Institut Supérieur des Sciences et Techniques de Saint Quentin met en place, dès la rentrée de septembre 2002, une formation de troisième cycle (bac+5), le DESS SECT, " Systèmes embarqués et Communication dans les Transports ". L'objectif principal de ce DESS est de former des responsables de projets capables de concevoir et de mettre en œuvre des systèmes embarqués autonomes intégrant les dernières technologies de l'informatique, de l'électronique et des réseaux de communications hertziens et filaires.**

*La formation repose sur un apprentissage des dernières évolutions technologiques actuellement disponibles (microcontrôleur, DSP, réseaux hertziens et filaires, composants programmables) ainsi que les systèmes d'exploitations temps réel embarqués. Elle s'appuie sur des mises en application concrètes dans le contrôle de systèmes en robotique mobile, dans l'industrie automobile (centrale de traitement, capteurs et actionneurs intelligents), dans l'identification et le suivi en temps réel de véhicules et de colis (opération logistique) mais aussi dans l'amélioration des outils de production et de services de n'importe quelle entreprise. Ces mises en application sont réalisés lors des séances de travaux pratiques, à la demande de laboratoires de recherches ou d'entreprise durant des projets encadrés et, évidemment, pour des participations à des concours de robotique mobile !!!. A cette fin, une salle en libre accès est spécialement réservée aux étudiants de ce DESS. Peuvent postuler les étudiants disposant d'un diplôme de niveau bac +4 ou plus à finalité EEA Un cursus complet à partir du bac et menant à ce DESS existe à l'INSSET.*



*Un descriptif complet de la formation et les dossiers d'admission se trouvent sur le serveur Internet de l'INSSET http://www.insset.u-picardie.fr*

*INSSET Service Scolarité*
*48, rue Raspail - BP 422*
*02109 SAINT-QUENTIN CEDEX*
*Tel : 03 23 62 89 31*
*Fax : 03 23 62 89 35*
*E-mail : capi@insset.u-picardie.fr*



## DÉCOUVREZ LE SITE INTERNET HTTP://VIE ARTIFICIELLE.COM

*Vous cherchez des informations sur un modèle de robot bien précis (comme par exemple le robot Pekee ou le robot Aïbo) ? Vous souhaitez découvrir quelles sont les dernières nouveautés de la NASA mais vous ne savez pas par où commencer ? Ne chercher plus, le site http://www.vieartificielle.com est fait pour vous. Véritable portail sur le thème des robots et de la vie artificielle, ce site fourmille de liens vers de nombreux sites Internet ayant un rapport avec la robotique. Plutôt orienté vers la robotique ludique, ce site ne manquera pas d'intéresser les lecteurs de Micros & Robots.*
*Les thèmes abordés par ce site sont vraiment très nombreux. Cela va des aspects historiques de la cybernétique aux différentes théories afférente aux robots, en passant par les aspects matériels (comprenez: le 'hardware') et les questions philosophiques et éthiques qui ne manquent pas de se poser à nous dans le domaine de la vie artificielle. Les programmeurs en mal d'algorithmes pourront s'inspirer des exemples présentés sur ce site, sans oublier les nombreuses versions du jeu de la vie qu'il est possible d'essayer en ligne grâce aux applets contenus dans les différentes les pages.*
*A découvrir, donc, si ce n'est pas déjà fait !*



# NEWS


## BIO-BUGS™ LES ROBOTS INSECTES DEBARQUENT EN FRANCE !

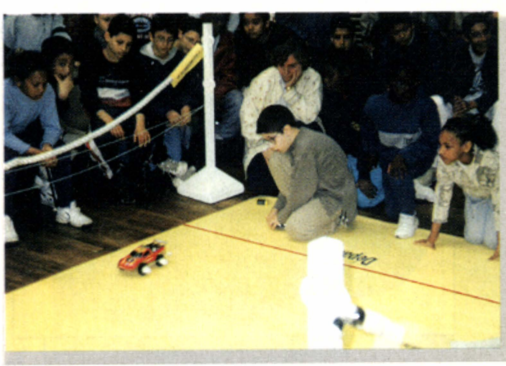
**Composés d'une gamme de 4 modèles, les bio-bugs font appel au principe de l'intelligence artificielle. Ces insectes intelligents sont programmés pour survivre, évoluer et atteindre le stade ultime.**
**Pour évoluer, ils combattent ou attendent un entraînement, leur agilité leur permettant de se déplacer sur toutes sortes de terrains, ils se meuvent en autonomie mais on peut les contrôler avec une télécommande.**
**Leurs antennes leur permettent d'éviter les obstacles, de communiquer entre eux et comme tout insecte ils doivent être «nourris» pour s'activer. Dans chaque coffret un bio-bugs, une télécommande infrarouge et un manuel d'instruction.**
**Alimentation 4 piles LR6 et 2 piles LR3 (non fournies).**
- **Bio-prédateur réf. 2000, le plus agressif des bio-bugs**
- **Bio-acceleraider réf. 2003, le plus rapide des bio-bugs**
- **Bio-destructeur réf. 2002, le plus gros des bio-bugs**
- **Bio-écraseur réf. 2001, le plus souple des bio-bugs**

**Prix de vente conseillé : 67 € unitaire TTC.**
**Distribué par Meccano**
**www.meccano.com**



## CYBERTECH : LES ROBOTS ONT LA PAROLE !

*CYBERTECH est un concours national de robots mobiles qui existe depuis maintenant 8 ans en milieu scolaire. Il est né de deux envies :*
*- construire de petits robots simples avec des jeunes à partir de 7 ans*
*- être un lieu d'échange et d'apport mutuel*
*- développer des compétences scientifiques et technologiques*
*- mettre en valeur des démarches et des recherches d'enfants*
*La philosophie de Cybertech est la suivante :*
*- avant le début des épreuves, chaque équipe est tenue de montrer son produit et d'expliquer aux autres concurrents les raisons des choix technologiques retenus. Il s'agit de constituer un lieu d'échange afin de dédramatiser l'aspect passionnel de la compétition.*
*L'objectif est de participer en travaillant en équipe et en s'enrichissant de la réflexion des autres. Il s'agit de concourir et non de gagner à tout prix.*
*- Il est essentiel que le produit soit entièrement conçu par les élèves mêmes si les solutions retenues ne sont pas celles "désirées" par le professeur. La conception du robot constitue un moment privilégié de découverte et d'appropriation de savoirs.*
*La compétition n'est là que pour valider les solutions. Tous les candidats repartent avec des lots identiques, néanmoins, le produit le plus rapide, le produit le plus esthétique et le produit le plus innovant techniquement reçoivent un trophée.*
*On peut observer depuis 8 ans une très grande diversité de solutions adoptées. Celles-ci montrent la richesse de l'imagination des enfants. Ainsi, cette année, la version normande du concours (428 concurrents !) a été l'occasion de découvrir 6 nouvelles solutions inattendues.*
*Le prochain Cybertech se déroulera à Aulnay-sous-Bois (Seine-Saint-Denis) le 16 mai prochain et réunira 550 concurrents.*
*Cybertech est conçu et organisé par l'ASSETEC (1) en partenariat avec la municipalité d'Aulnay-sous-Bois, l'Inspection Académique de Seine Saint Denis, Fondation 93, le Centre Ressources Technologie Pablo Neruda, le Rectorat de Rouen, la société Polydis, la revue Micros & Robots.*
***(1) Association Nationale pour l'Enseignement de la Technologie***
***116 rue Alix 93600 Aulnay sous Bois***
***tel/fax : 01-64-66-12-65***
***email :assetec@aol.com***
***site : http://members.aol.com/assetec/default.htm***



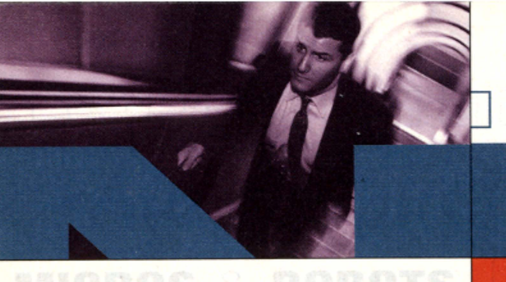
## NOUVEAUX ROBOTS VELLEMAN

***Robot hexapode** : muni de capteurs IR il se déplace sur 6 pattes, tourne à gauche lorsqu'il détecte un obstacle, et avance jusqu'à ce que le détecteur capte un bruit.*

***Voiture robot** change de direction quand le détecteur capte un bruit ou détecte le contact d'un objet.*

***La grenouille robot** exécute les mouvements suivants lors de la détection de bruits : départ en avant - arrêt -tourner à gauche - arrêt - tourner à droite - arrêt.*

*Distribués dans le réseau de vente Velleman et notamment proposés en ce moment à un prix anniversaire par Sélectronic.* ***www.velleman.fr***
***tél. : 03 20 15 86 15***



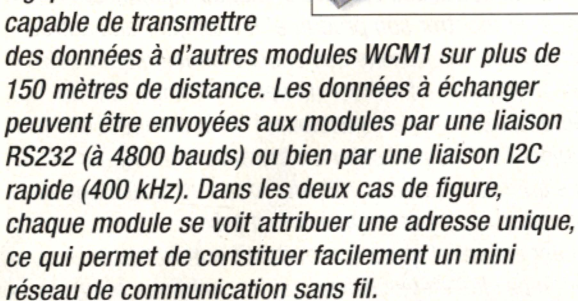


## AUTO MOWER «LE ROBOT TONDEUSE»




***Le robot «domestique» existe, nous l'avons rencontré chez Husqvarna !***
***Auto mower est un «robot tondeuse» fiable et autonome, il travaille seul. Son principe : un câble de délimitation le maintient dans sa zone de travail et un câble de recherche permet à la machine de trouver sa station de charge où il s'alimente automatiquement en énergie. Par ce principe de délimitation par induction, Auto mower sait exactement jusqu'où elle doit tondre (hauteur de coupe entre 30 et 95 mm), et par sa programmation en aléatoire, couvrira l'ensemble de la surface autorisée.***
***Des capteurs de chocs supplémentaires permettent à notre robot de changer de direction lors de sa phase de travail, au contact d'obstacles rigides (arbres, meubles de jardin, etc.). Un clavier permet le démarrage et des réglages personnels. Auto mower peut travailler même de nuit !***
***Commercialisé au prix de 1829 € ttc, Auto mower est distribué par ELECTROLUX qui vous indiquera les points de vente conseil du produit.***
***Tél. : 01 46 67 80 73.***
***www.automower.com***

## MODULE ROBOTIQUE WCM1 AVEC LIAISON SANS FIL

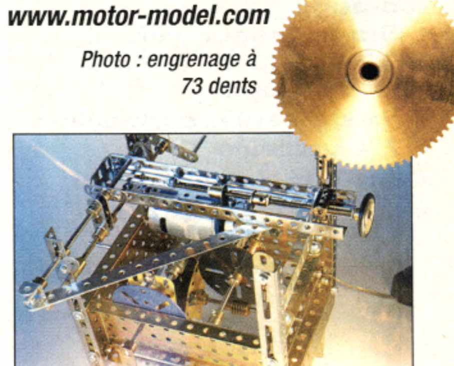


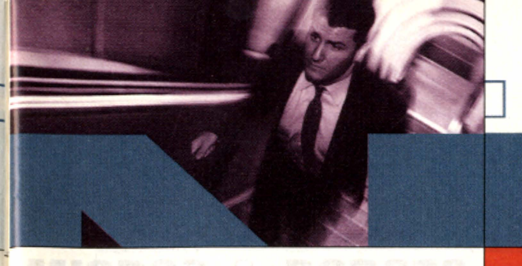
*Le module WCM1 de la société TOTALROBOTS est un module de communication bidirectionnel sans fil capable de piloter, à distance, des servomoteurs ou des lignes I/O. Le module WCM1 dispose également de 4 entrées analogiques. Le module est capable de transmettre des données à d'autres modules WCM1 sur plus de 150 mètres de distance. Les données à échanger peuvent être envoyées aux modules par une liaison RS232 (à 4800 bauds) ou bien par une liaison I2C rapide (400 kHz). Dans les deux cas de figure, chaque module se voit attribuer une adresse unique, ce qui permet de constituer facilement un mini réseau de communication sans fil.*
*L'intérêt principal du module réside dans le fait qu'il est possible de lui adjoindre un module OOPic programmable en BASIC. Bien entendu, il est possible d'utiliser le module WCM1 de façon autonome grâce aux I/O dont il dispose. Pour permettre une prise en main rapide des modules WCM1, la société TOTALROBOTS propose, sur son site Internet, une application pour Windows capable de piloter directement les modules via une liaison RS232. Le constructeur propose également une application basée sur le module OOPic qui assure le dialogue avec le module WCM1 via la liaison I2C. Les fichiers peuvent être téléchargés gratuitement à l'adresse suivante : http://www.steadman.info/owc_controller.*
*Le module WCM1 peut être alimenté directement par une tension comprise entre 6V et 16V. Une attention particulière devra être accordée au moment de brancher l'alimentation, car le module n'est pas protégé contre les inversions de polarité. Ceci est fréquent pour des modules destinés à être embarqués et pour lesquels on ne souhaite pas introduire une chute de tension à cause d'une diode de protection (ce qui serait préjudiciable à l'autonomie). La consommation des modules WCM1 ne dépasse pas 10mA, même lorsque ces derniers sont en pleine communication. Cela en fait donc des modules particulièrement bien adaptés aux applications embarquées.*
*Très compact, le module WCM1 pourra prendre facilement place dans de nombreux systèmes robotiques. Cependant, le module est équipé d'une antenne ce qui nécessite quelques précautions. En effet, comme toujours en RF, il faudra prendre soin de ne pas placer des parties métalliques trop près de l'antenne. Hormis ce petit détail, les modules WCM1 sont très faciles à utiliser.*
*Prix du WCM1 : 146 €.*
*Option câble RS232 : 9,65 €*
*Câble I2C : 8 €.*
***email : enquiry@totalrobots.com***
***tél. : 00 44 1372 741 954***
***www.totalrobots.com***

## FRAISEUSE MECANIQUE OU FAITES VOUS-MÊME VOS ENGRENAGES !

*Devant la difficulté pour se procurer des engrenages qui n'existent pas en standard dans le commerce, Motor-Model a mis au point une fraiseuse mécanique qui permet de réaliser soi-même tous types d'engrenages.*
*Cet ingénieux produit permet de réaliser des engrenages laiton (selon les fraises au pas de 38 anglais ou 0,5 mm ou 1 mm ) de 12 à 95 dents,* ***y compris les nombres premiers****, à une précision allant jusqu'à 7/100e de mm. Alimenté par un moteur de 12 V/4A, la fraiseuse utilise une fraise à scie rapide de type industriel. Livrée avec une documentation complète détaillée incluant tous les calculs de réalisations, elle est commercialisée au prix de 300 € ttc.*
***Distribué par Motor-Model***
***Tél. : 01 48 51 10 00***
***www.motor-model.com***

*Photo : engrenage à 73 dents*



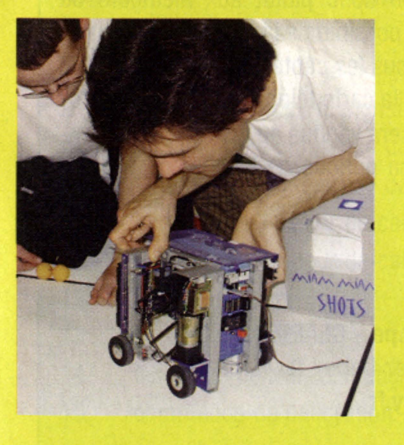




# RESULTATS DU GRAND CONCOURS DE ROBOTIQUE 2001 ORGANISE PAR LES MAGAZINES ELECTRONIQUE PRATIQUE ET MICROS & ROBOTS

**La deuxième édition du concours robotique 2001 s'est déroulée le 24 novembre dernier dans le cadre du salon Educatec à Paris Porte de Versailles, hall 7/1. Le franc succès qu'a remportée cette manifestation repose avant tout sur la ferveur et la passion que les vingt-deux participants ont déployées pour concevoir leurs robots, mais aussi pendant toute la journée de compétition. Nous pousserons le mot pour dire que l'esprit des intervenants fut chevaleresque et le public enthousiasmé par le spectacle (vous pourrez le constater sur les vidéos présentes sur le coffret CD-ROM de ce numéro). La compétition s'articulait autour d'une rencontre de football où chacun devait marquer le plus de buts bénéficiant sur l'aire de jeu de treize balles de ping-pong en guise de ballon. Deux catégories de robots étaient autorisées conformément au cahier des charges défini par notre jury : les robots programmables (B) et les non programmables (A).**

Serge Roux en plein règlage.




## CLASSEMENT A (ROBOTS NON PROGRAMMABLES)

| | |
|---|---|
| 1er | Sébastien RADO |
| 2è | Jonathan PIRA |
| 3è | Pierre DETAILLE |
| 4è | M. JARASSE |
| 5è | Thomas et Yves HUERTA |
| 6è | Pascal LIEGEOIS |
| | Sébastien NAUDIN |
| 8è | Marc DRUELLE |
| 9è | Joseph LECLERCQ DE SAINT-LEGER |
| 10è | Ecole Jules FERRY |

## CLASSEMENT B (ROBOTS PROGRAMMABLES)

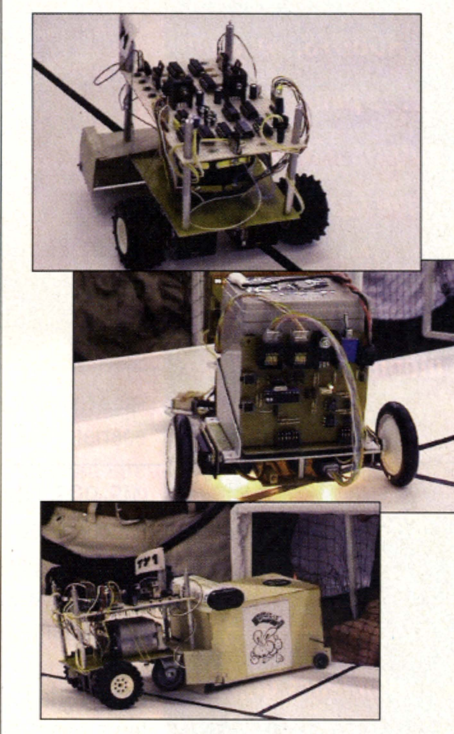
| | |
|---|---|
| 1er | Serge ROUX |
| 2è | Christophe CROUZET |
| 3è | Vincent BRETESCHE |
| 4è | Philippe LUCIDARME |
| 5è | Michel WANDHAMMER |
| | Mathieu PERRIER |
| | Claude CHAUSSARD |
| | Georges FAURE |
| 9è | Sébastien LAVAUD |
| | Michel WALECZEK |
| | Mathieu COUDRET |
| | Institut de Promotion Sociale (Belgique) |

## SUPER FINALE
opposant le gagnant du concours A au gagnant du concours B

| | |
|---|---|
| 1er | Serge ROUX |
| 2è | Sébastien RADO |

*Nous vous invitons à participer à la 3è édition du concours de robotique organisé par votre magazine. Reportez-vous en page 32.*
*A vos fers à souder, à vos claviers, roboticiens en herbe, venez vous mesurer !*

Robots en action



*L'affrontement fut physique...*

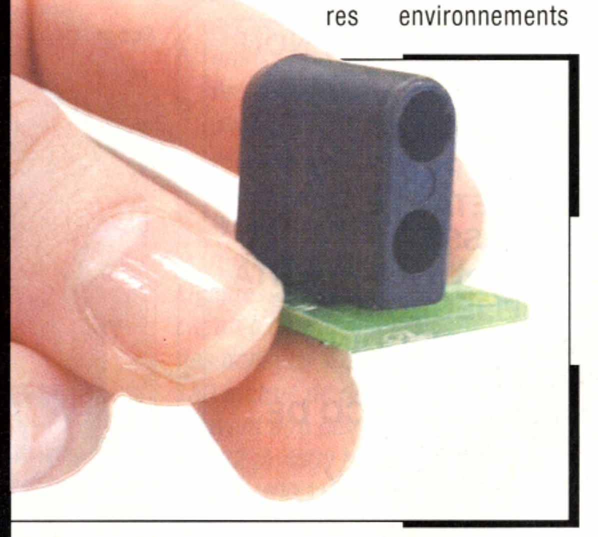
## REMERCIEMENTS A NOS PARTENAIRES SPONSORS

*Société Wany SA pour le don d'un robot pekee d'une valeur de 4558 € couronnant le premier prix.*
*Société Velleman : don de 2 multimètres numériques*
*Société Farnell : don de 10 trousses d'outillage électronique*
*Société Hi Tech Tools : don d'un kit cyber-mouse*
*Editions Dunod : don d'une cinquantaine de livres d'électronique*
*Editions Publications Georges Ventillard : don d'un abonnement à tous les participants, etc.*
*Remerciements également à l'ensemble des participants qui ont fait le déplacement, aux organisateurs du salon Educatec, à l'équipe du magazine Electronique Pratique.*

# CARTE WANY TÉLÉMÈTRE IR

***Si vous avez gardé en mémoire le robot "PEKEE" que nous vous avons présenté dans le numéro précédant de MICROS & ROBOTS, vous ne serez peut-être pas surpris d'apprendre que les capteurs à infrarouge de ce robot sont les mêmes que ceux de la carte télémètre proposée par WANY. Ces capteurs, dont la technologie est brevetée, sont d'ailleurs utilisés par d'autres fabricants de jouets reconnus, ce qui n'est pas étonnant car ils offrent des performances très intéressantes.***

Pour vous permettre d'évaluer rapidement l'intérêt des télémètres à infrarouge la société WANY propose la W-carte télémètre infrarouge qui se connecte au port RS232 d'un PC et qui s'accompagne d'un logiciel qui fonctionne sous Windows. Bien entendu, la liaison RS232 peut être pilotée aisément sous d'autres environnements

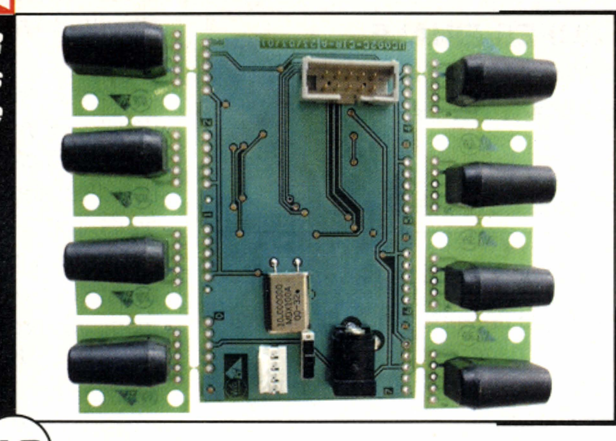


(MS-DOS, LINUS, etc.) ou à partir d'un simple terminal car le jeu de commandes de la carte est relativement simple. L'intégration du produit dans un ensemble à microcontrôleur ne pose pas, non plus, de problème grâce à la liaison RS232.

La W-carte télémètre infrarouge dispose de huit capteurs ayant une portée maximum de 3m. Les capteurs peuvent être orientés à volonté car ils sont reliés à la base par des câbles en nappe semi-rigides. L'angle d'ouverture des capteurs n'est que de 15° ce qui permet de délimiter assez facilement des obstacles, ce qui est très utile dans un robot, afin de les contourner.
Il est intéressant de noter que la mesure des huit capteurs est effectuée de façon synchrone (à quelques dizaines de µs près) ce qui permet de corréler les différentes mesures entre elles, offrant de nombreuses possibilités pour affiner les stratégies logicielles mises en œuvre dans un robot.

La carte qui pilote les capteurs à infrarouge permet de régler la précision des mesures en fonction de la portée souhaitée. Les capteurs étant capables de détecter des distances aussi courtes que 10cm ou bien allant jusqu'à plus de 3m, ce réglage est très intéressant. Qui plus est, il est même possible de modifier la précision et la portée de façon dynamique, ce qui vous permettra de doter vos robots de fonctions impressionnantes. Avec un tel système embarqué sur un robot, il devient très facile de programmer l'approche d'un obstacle à grande vitesse avec un freinage progressif au fur et à mesure que le robot se rapproche. L'effet spectaculaire est garanti !
Il faut cependant tenir compte de la fréquence des mesures qui est de 10 Hz. Cela convient pour la plupart des applications robotiques ludiques, mais exclus l'utilisation du système pour contrôler des équipements qui se déplacent à une très grande vitesse relative par rapport aux obstacles. En effet, à 36 km/h (soit 10m/s) par exemple, entre chacune des mesures effectuées par le télémètre, le mobile se sera déplacé de 1m. L'usage de la W-carte télémètre infrarouge restera donc limité à l'étude de phénomènes ne variant par trop vite.

La carte principale du télémètre possède des dimensions tout à fait raisonnables, 50x80mm, pour un encombrement en hauteur limité à 30mm. Elle pourra donc prendre place facilement dans la plupart des applications robotiques actuelles. Les capteurs sont peut être légèrement encombrants (20x25x25mm) mais cela n'est pas une catastrophe. Le poids du module n'est que de 80gr ce qui est appréciable pour les applications embarquées alimentées sur batterie. A ce sujet, il est intéressant de noter que la consommation du module est 25mA au repos sous 12V avec un courant crête pouvant atteindre 60mA toutes les 10ms. La consommation moyenne se situe donc plutôt aux alentours de 50mA, mais il est possible de la diminuer un peu en ne montant pas tous les capteurs.
Enfin, sachez que la carte télémètre infrarouge proposée par WANY sera vendue au prix de 595 € seulement pendant sa période de lancement, à partir du 24 avril 2002.



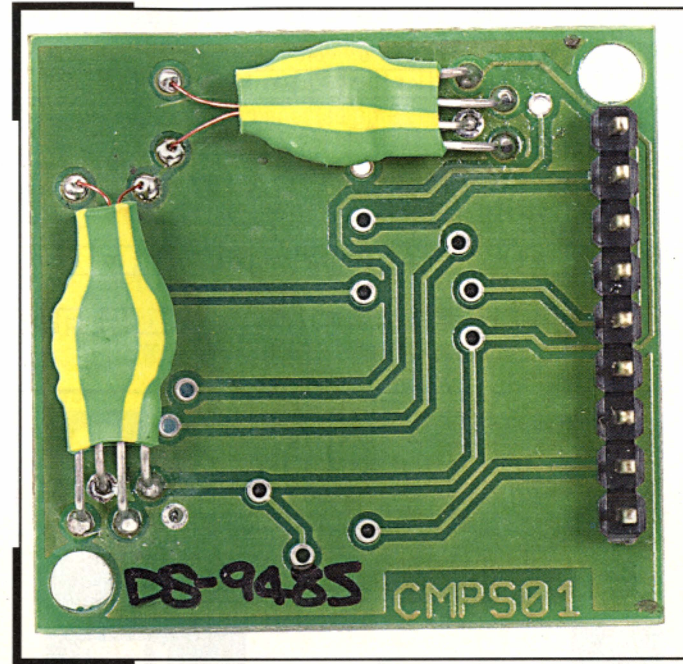
*La W-carte télémètre IR dispose de huit capteurs d'une portée de 3 mètres.*

**WANY S.A.**
**CAP ALPHA**
**Avenue de l'Europe - CLAPIERS**
**34940 Montpellier Cedex 9**
**http://www.wany.fr**

# BOUSSOLE ÉLECTRONIQUE

***Cette boussole électronique a été conçue pour le guidage de robots. Le but est de représenter la direction du robot par rapport au nord à l'aide d'un nombre unique. Le module utilise le capteur de champ magnétique KMZ10A de PHILIPS. L'utilisation de deux capteurs montés à angle droit permet au module de calculer la déviation par rapport au nord magnétique.***

Caractéristiques :
Alimentation : 5Vcc
Consommation : 20mA typique
Résolution : 0,1°
Précision : 3/4° environ après calibration
Sortie 1 : impulsion comprise entre 1ms et 37ms (incréments de 0,1ms)
Sortie 2 : interface I2C (0-255 et 0-3599) vitesse d'horloge SCL jusqu'à 1 MHz
Dimensions : 32 x 35mm






## RACCORDEMENT DU MODULE

La boussole doit être alimentée en 5Vcc sous un courant nominal d'environ 20mA. Cependant, une pointe de 400mA peut survenir à la mise sous tension du module, ce qui nécessite le découplage de l'alimentation le plus près possible du circuit imprimé. Il est possible de récupérer le signal du module de 2 façons. Un signal PWM est disponible sur la broche 4 et une interface I2C est disponible sur les broches 2 et 3.

Le signal PWM est un signal à largeur d'impulsion modulée avec l'impulsion positive représentant l'angle. La largeur d'impulsion varie entre 1ms (0°) et 36,99ms (359,9°), soit 100µs/° avec une tension d'offset de 1ms.

Le signal redescend à l'état bas pendant 65ms entre 2 impulsions, donc le cycle est de 65ms + la largeur d'impulsion (66ms à 102ms). L'impulsion est issue d'un temporisateur 16 bits présentant une résolution de 1µs. Cependant, il est déconseillé de tenir compte d'angles inférieurs à 0,1° (10µs). Il faut s'assurer que les broches 2 et 3 du bus I2C (SCL et SDA) sont raccordées au 5Vcc en cas d'utilisation du signal PWM.

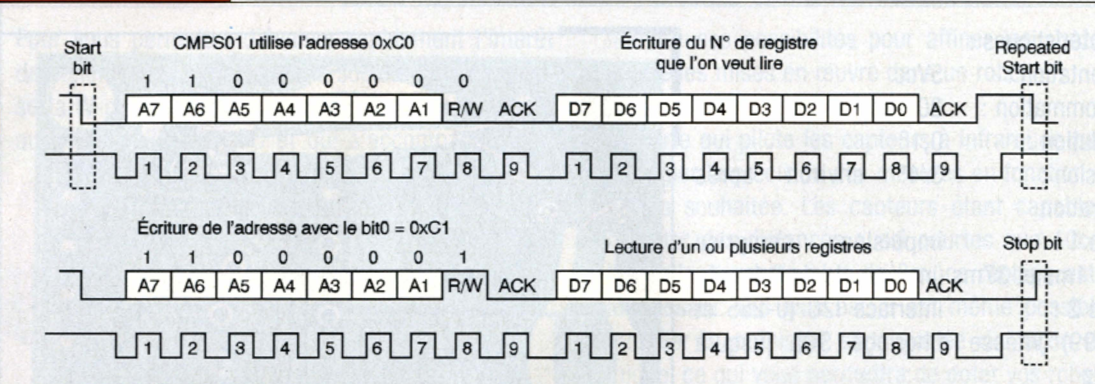
Les broches 2 et 3 de l'interface I2C permettent également une lecture directe du signal. Si l'interface I2C n'est pas utilisée, les broches 2 et 3 devront être raccordées au 5Vcc via 2 résistances d'environ 47 kΩ.

Le protocole de communication I2C de la boussole est identique à celui de l'EEPROM série 24C04. Il faut d'abord envoyer un bit de départ, ensuite l'adresse du module (0XC0) avec le bit lecture/écriture à l'état bas et, enfin, le numéro de registre que vous voulez lire.

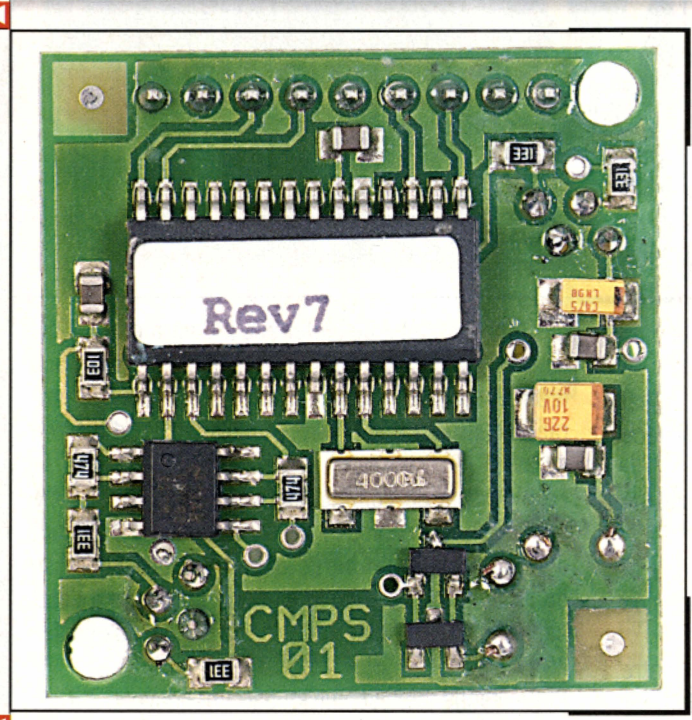
Cette séquence est suivie par un nouveau bit de départ et l'adresse du module avec le bit de lecture/écriture à l'état haut (0XC1).

Il est alors possible de lire 1 ou 2 octets respectivement pour des registres 8 bits ou 16 bits. La boussole possède une table de registres de 16 octets, dont certains vont jusqu'à 16 bits, comme suit :

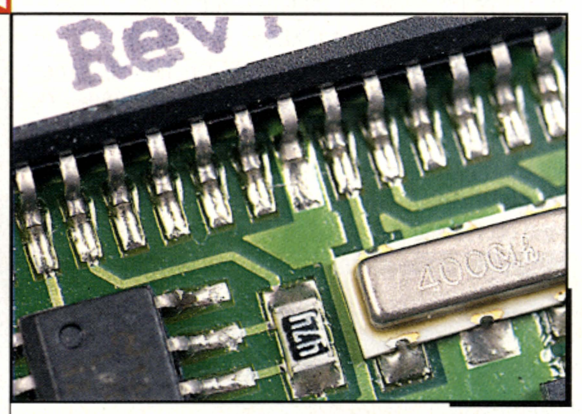
| Registre | Fonction |
|---|---|
| 0 | version du software |
| 1 | octet de signal de la boussole (0-255 pour un cercle complet) |
| 2, 3 | mot représentant le signal (0-3599 pour un cercle, soit 0-359,9°) |
| 4, 5 | test interne - différence de signal du capteur 1 |
| 6, 7 | test interne - différence de signal du capteur 2 |
| 8, 9 | test interne - valeur de calibration 1 |
| 10, 11 | test interne - valeur de calibration 2 |
| 12 | non utilisé - valeur 0 |
| 13 | non utilisé - valeur 0 |
| 14 | indicateur de test calibration effectué - 0 en mode calibration quand non-calibré, 255 autrement (voir texte) |
| 15 | commande de calibration - entrer 255 pour mode calibration, entrer 0 pour en sortir (voir texte) |




*Chronogrammes*




*La photo de la page précédente précise la disposition à angle droit des capteurs. L'envers de la boussole dévoile une technologie de haute performance.*



*Technique CMS*

Le registre 0 correspond à la version du software. Le registre 1 est le signal converti entre 0 et 255. Cela peut être plus facile pour certaines applications qu'une valeur entre 0 et 360°, valeur requérant 2 octets. Pour les applications nécessitant une meilleure résolution, les registres 2 et 3 donnent une valeur entière non signée de 16 bits entre 0 et 3599, soit entre 0 et 359,9°. Les registres 4 à 11 sont des registres internes de tests et les registres 12 et 13 ne sont pas utilisés. Ne pas les lire sauf nécessité, ils diminueraient inutilement la bande passante du bus I2C. Les registres 14 et 15 sont utilisés pour calibrer la boussole.

L'interface I2C ne possède pas de résistances de limitation sur le circuit. Elles sont requises pour les broches SCL et SDA, mais uniquement une pour l'ensemble du bus et non une pour chaque module. Une valeur de 1,8 kΩ devrait convenir pour un fonctionnement à 400 kHz. Pour une fréquence de 1 MHz, il faut diminuer la valeur jusqu'à 1,2 kΩ ou 1 kΩ.

La boussole est conçue pour travailler jusqu'à la fréquence standard de 100 kHz de l'horloge (SCL), cependant il est possible de l'augmenter jusqu'à 1 MHz en respectant les consignes suivantes : à des vitesses supérieures à 160 kHz, le CPU ne peut plus répondre suffisamment rapidement pour lire les données I2C. Par conséquent, un délai de 50µs doit être inséré de chaque côté de l'écriture du registre d'adresse. On peut alors monter jusqu'à 1,3 MHz. Aucun autre délai n'est requis autre part dans la séquence.

La broche 7 permet de faire une sélection entre le 50 Hz (état bas) et le 60 Hz (état haut). Une erreur d'environ 1,5° peut survenir à cause du 50 Hz présent dans le local. En établissant la conversion en synchronisme avec la fréquence du secteur, l'erreur est ramenée à 0,2°. Une conversion interne est effectuée toutes les 40ms (50 Hz) ou toutes les 33,3ms (60 Hz). Il n'y a pas de synchronisme entre les sorties PWM ou I2C et la conversion. Ces sorties donnent la lecture interne la plus récente, qu'elles soient utilisées ou non.

Les broches 5 et 6 sont utilisées pour calibrer la boussole. L'entrée de calibration 6 possède une résistance interne la maintenant à l'état haut et peut être laissée non connectée après utilisation.

La broche 8 n'est pas connectée.

## CALIBRATION DE LA BOUSSOLE

### Méthode I2C

Pour calibrer la boussole par le bus I2C, il suffit d'écrire 255 (0xff) dans le registre 15 pour chacun des points cardinaux (Nord - Est - Sud - Ouest). L'ordre n'a pas d'importance, mais les 4 points cardinaux doivent être calibrés.

1. Positionner le module à plat, pointé vers le Nord. Écrire 255 dans le registre 15.
2. Positionner le module à plat, pointé vers l'Est. Écrire 255 dans le registre 15.
3. Positionner le module à plat, pointé vers le Sud. Écrire 255 dans le registre 15.
4. Positionner le module à plat, pointé vers l'Ouest. Écrire 255 dans le registre 15.

La calibration est terminée.

La broche 6 est utilisée pour calibrer la boussole. Cette entrée de calibration possède une résistance intégrée la maintenant à l'état haut et peut être laissée déconnectée après calibration. Pour calibrer la boussole, il suffit d'amener cette entrée à 0V pour chacun des 4 points cardinaux. Ceci peut être réalisé en raccordant un bouton-poussoir raccordé à la masse. L'ordre de calibration n'a pas d'importance.

1. Positionner le module à plat, pointé vers le Nord. Poussez et relâchez le bouton.
2. Positionner le module à plat, pointé vers l'Est. Poussez et relâchez le bouton.
3. Positionner le module à plat, pointé vers le Sud. Poussez et relâchez le bouton.
4. Positionner le module à plat, pointé vers l'Ouest. Poussez et relâchez le bouton.

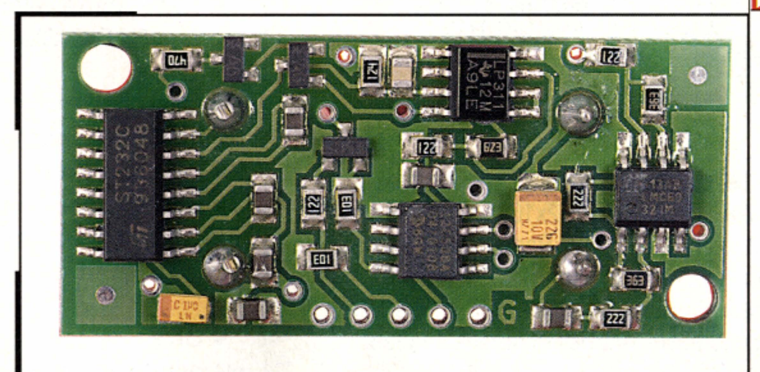
La calibration est terminée.

## ADRESSES INTERNET

*Site de GO TRONIC :*
Distributeur
Tél : 03 24 27 93 42
www.gotronic.fr

## MODULE ULTRASONIQUE HAUTES PERFORMANCES

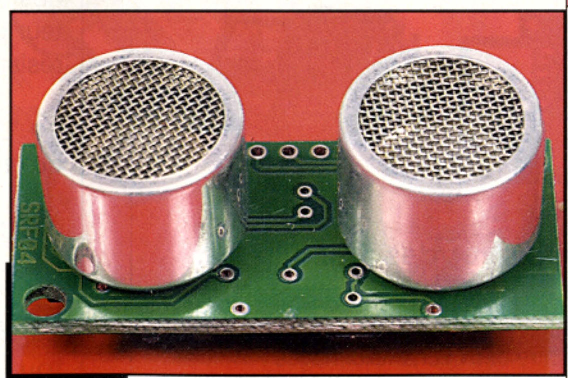
Ce module à ultrasons permet d'évaluer les distances entre un objet mobile et les obstacles rencontrés. La portée effective se situe entre 3cm et 3m. Le signal de sortie est une impulsion positive comprise entre 100 µs et 18 ms proportionnelle à la distance.



*Performances exceptionnelles pour ce module à ultrasons.*

## CARACTÉRISTIQUES

| | |
|---|---|
| Alimentation | +5Vcc |
| Consommation | 30mA typ. (50mA max.) |
| Fréquence | 40 kHz |
| Portée max. | 3m |
| Portée min. | 3cm |
| Sensibilité | détecte un tube de 3cm de diamètre à plus de 2m |
| Entrée trigger | impulsion TTL positive de 10 µs min. |
| Impulsion de sortie | signal TTL positif, largeur proportionnelle à la distance |
| Dimensions | 43 x 20 x 17mm |



*Présentation des capteurs.*

## CONNEXIONS

+5Vcc
impulsion de sortie
impulsion de commande
non connecté
masse (0V)

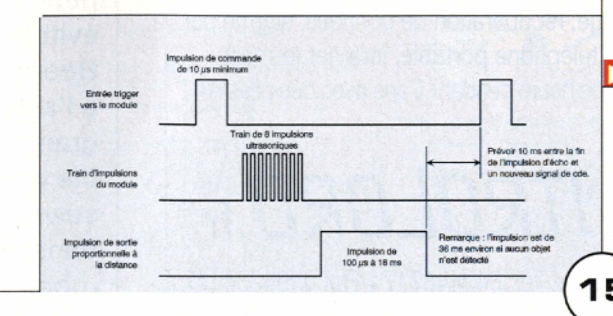



*Diagramme de fonctionnement*

## Traduction de l'annonce Parallax p. 17

# Robot piloté par un BASIC-Stamp.

**Fabriqué par Parallax, le robot 'Boe-Bot' est le plus populaire des robots programmables par PC.**

Le 'Boe-Bot' est un robot piloté par un microcontrôleur BASIC-Stamp V2.0 ce qui lui permet de réaliser toutes les figures imaginables pour un petit robot mobile. La carte électronique du 'Boe-Bot' est pourvue d'une zone de câblage rapide afin de lui adjoindres de nombreuses fonctions supplémentaires, comme par exemple une mini-camera et toute sorte de capteurs .

Toutes les entrées habituelles nécessaire pour utiliser des photo-résistances, des capteurs à infrarouges et des détecteurs de fin de course sont prévues sur la carte électronique et elles peuvent être re-configurées selon vos besoins. Le kit Boe-Bot intègre tous ce qui est nécessaire pour démarrer vos premiers projets robotiques à l'aide d'un microcontrôleur BASIC-Stamp (à l'exception, bien sur, de l'ordinateur et 4 piles de type AA). Sont inclus dans le KIT :

- Une carte électronique d'expérimentation et un module BASIC-Stamp V2.0
- Une base mécanique, fournie en kit, incluant tous les éléments du châssis en aluminium, un jeu d'accumulateur, les roues motrices et tous les éléments de transmissions associées, la visserie au grand complet et un servomoteur spécifique modifié par Parallax pour les besoins du kit.
- Un kit de composants additionnels contenant tous les éléments nécessaires à la mise en œuvre du robot : diodes leds infrarouges, récepteurs infrarouges, transducteur piézo-électrique, diodes led de signalisation, photo-résistances, condensateurs, résistances, etc...
- Un manuel BASIC-Stamp V2.0 de 351 pages ainsi qu'un manuel sur la robotique de 188 pages.
- Un CD-ROM contenant le logiciel de communication développé par Parallax et le câble de liaison RS232.

**Le Boe-Bot peut être programmé pour exécuter tous les figures géométriques classiques mais il peut également être programmé pour suivre (ou éviter) une source lumineuse ou un autre robot Boe-Bot, ou bien encore pour éviter les obstacles à l'aide de ses capteurs infrarouges. Pour les programmeurs expérimentés il est également possible de programmer le robot Boe-Bot pour lui faire suivre une ligne continue, retrouver son chemin dans un labyrinthe ou communiquer avec d'autres robots.**

# BASIC Stamp Controlled ROBOT

**The Parallax Boe-Bot is the world's most popular PC-programmable robot.**

The Boe-Bot is a BASIC Stamp-controlled robot that can do just about anything you can program a mobile robot to do. The Boe-Bot has mounting holes and slots for your extra projects, which may include cameras, grabbers, sensors or feedback encoders for the wheels. All I/O projects (photoresistors, infrared sensors, bumper switches) are built on the breadboard and may be reconfigured to meet your needs. The Boe-Bot Full Kit includes everything you need to get into BASIC Stamp robotics (except the PC and 4 AA batteries). Contents include:



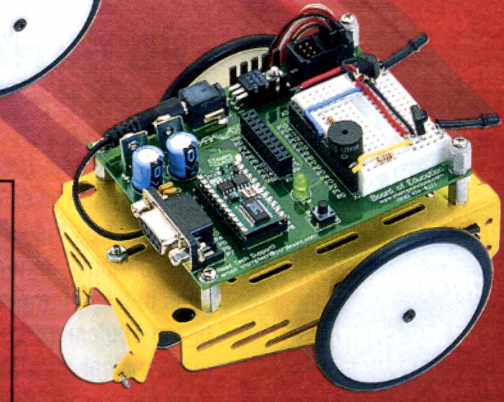

**Boe-Bot Hardware Pack** The hardware pack includes a machined aluminum chassis, battery pack, machined wheels, tires, tail wheel, standoffs, screws and Parallax factory-modified continuous rotation servos.

**Component Pack** The component pack consists of all the parts needed to complete the entire set of experiments in the Robotics! text. These parts include infrared LEDs and receivers, a piezospeaker, LEDs, photoresistors, resistors, and capacitors.

**BASIC Stamp Manual and Robotics! Text** The 351-page BASIC Stamp Manual V. 2.0 and 188-page Robotics! text are included in the kit.

**Software and Serial Cable** Parallax, Inc. CD-ROM and serial cable.

The Boe-Bot may be programmed to execute standard movement patterns, follow/avoid light, follow another Boe-Bot, and avoid objects using whiskers and infrared. With some advanced programming it can follow a line, solve a maze, and communicate with another robot.



BELGIUM - Antratek Belgium
Phone: int +32 14 570 557
Web: http://www.antratek.be

CANADA - HVW Technologies
Phone: (403) 730-8603
Web: http://www.hvwtech.com

FRANCE - Selectronic
Phone: int + 33 328 550 328
Web: http://www.selectronic.fr

GERMANY - Elektronikladen Mikrocomputer GmbH
Phone: int + 49 5232 8171
Web: http://www.elektronikladen.de

GREAT BRITIAN - Milford Instruments
Phone: int + 44 1 977 683 665
Web: http://www.milinst.demon.co.uk

JAPAN - Akizuki Denshi Tsusho Ltd.
Phone: int + 81 3 3251 1779
Web: http://www.akizuki.ne.jp/

KOREA - JRC Corp.
Phone: int + 82 2 786 5805 7
Web: http://www.joefamily.com

PORTUGAL - Aliatron, Lda
Phone: int+ +351 21 989 8410
Web: http://www.aliatron.pt

SPAIN - Ingenieria De Microsistemas
Phone: +34-94-4223263
Web: http://www.microcontroladores.com

SWEDEN - MUX Electronik
Phone: Int +46 31 16 33 90
Web: http://www.robotshop.nu

SWITZERLAND - Computer Controls AG
Phone: int +41 1 308 66 66
Web: http://www.ccontrols.ch

UNITED STATES - Parallax, Inc.
Phone: (916) 624-8333
Web: http://www.parallaxinc.com

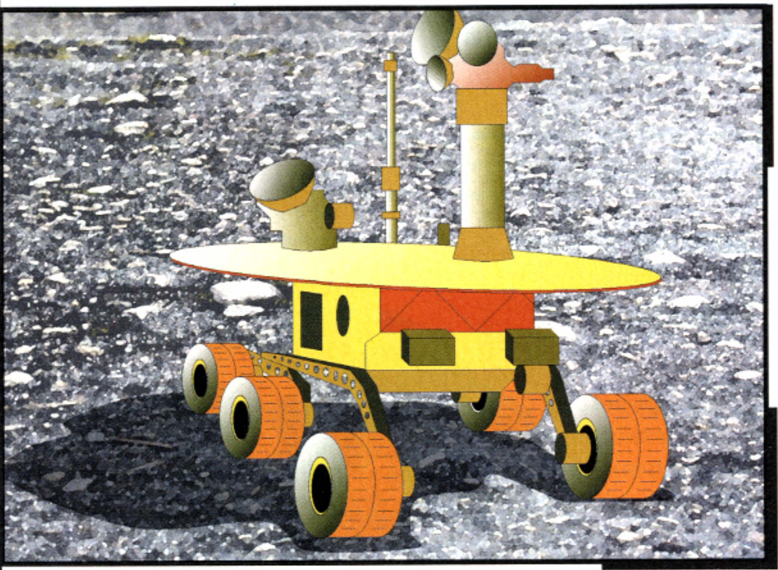
**For additional Parallax distributors**

PARALLAX INC

**visit http://www.parallaxinc.com**

# FONDEMENTS LA ROBOTIQUE

*De tout temps, l'homme a voulu concevoir des objets autonomes, créer la vie. La mythologie grecque raconte que Pygmalion, jeune roi de Chypre «sculpta dans l'ivoire à la blancheur des neiges un corps auquel il donna une beauté qu'aucune femme ne peut tenir de la nature». La première réalisation concrète eut lieu vers 270 av. J-C : Ctébios réalisa des fontaines avec des figures animées et des oiseaux qui chantent. Les systèmes sont alors hydrauliques ou pneumatiques. Ces automates sont uniquement ludiques, mais déjà les grecs espèrent les utiliser sur les champs de bataille. Le problème de l'énergie bloquera leur ambition.*



Continuons ce petit historique rapide où en 809, le sultan Haroun al-Rachid offre à Charlemagne le premier automate mécanique.

Mais c'est durant le siècle des lumières que s'opère un tournant important. En effet, de somptueuses réalisations apparaissent grâce aux talents de personnes comme Pierre Jacquet-Droz (1721-1790) et Jacques de Vaucanson (1709-1782).

Ce dernier réalise un canard capable de picorer, boire et rejeter des excréments (découvert bien plus tard comme une supercherie pour sa pseudo-digestion). Une séquence d'instructions, fournie à l'avance, permet au canard de réaliser une séquence d'actions. Il réalise également le joueur de flûte qui est le premier exemple d'androïde : automate à figure humaine selon l'encyclopédie de Diderot.

Ses réussites à simuler le vivant déclenchent alors un énorme succès commercial et philosophique. La question qui nous hante encore 3 siècles plus tard est posée : **L'homme est-il une machine ?**

## LES INITIATEURS : LA CYBERNÉTIQUE

La période 1940-1950 va être riche en événements. L'informatique va se développer avec, en particulier, les premières théories de Von Neuman et Turing.

Mais le mouvement cybernétique, dont nous entendons beaucoup moins parler aujourd'hui, va apporter en seulement quelques séminaires un changement radical dans la façon de percevoir le monde. Créé par Norbert Wiener en 1948 (pour les fanas de Start Strek, il est le premier à avoir parlé de l'idée de téléportation), il a pour originalité d'avoir une approche multidisciplinaire. La logique mathématique reste le fondement principal mais nous y trouvons des biologistes, des physiciens, des philosophes...

Cette science est celle des systèmes : **un système est défini comme un ensemble de parties élémentaires en interaction, dont le tout est supérieur à la somme des parties**.

L'analogie avec le vivant y est recherchée.

Voici quelques exemples de systèmes :

- Un être vivant, une cellule, un cerveau ...
- Une fourmilière
- Une machine automatisée, un réseau d'ordinateurs
- Un robot...

etc.

Les principaux postulats de la cybernétique sont le **feed-back** et l'**autorégulation**.

Lorsqu'un élément d'un système agit sur un autre élément et que celui-ci renvoie une information, nous appelons cela un feed-back (ou boucle de rétroaction). Cela peut permettre alors une autorégulation. Par exemple, le capteur d'un robot indique un obstacle sur la droite, le robot va tourner sur la gauche (en accélérant le moteur droit). La valeur du capteur droit diminue, la puissance du moteur diminue aussi. Le système s'est autorégulé pour rester à distance de l'obstacle.

La cybernétique va aussi permettre de mieux appréhender les systèmes par des travaux particuliers comme ceux de Shannon (théorie de l'information utilisée encore aujourd'hui pour Internet), Mac Culloch et Pitts (Neurone formel, précurseur des réseaux neuronaux). Les travaux vont déboucher sur la naissance de l'intelligence artificielle.

## L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : LE RAISONNEMENT HUMAIN COMME MODÈLE

Apparue directement dans le prolongement de la cybernétique, l'intelligence artificielle s'intéresse à la réalisation de tâches cognitives (simuler des raisonnements).

Elle pose comme postulat que l'ensemble du raisonnement est modélisable, c'est à dire peut être mis sous forme d'équations. Ainsi les algorithmes peuvent se construire autour de calculs symbo-




# DE AUTONOME





liques, l'environnement du problème étant représenté de façon explicite et formelle.
Si nous prenons l'exemple des robots, les différentes étapes sont :
- la perception des données de l'environnement,
- la construction d'un modèle en deux ou trois dimensions de l'environnement,
- la planification des actions à partir de ce modèle,
- l'action du robot.

Shakey, du Stanford Research Institute (1968-1972), est le premier robot à naviguer dans un espace à deux dimensions qu'il aura préalablement modélisé.
La robotique n'est en fait qu'une infime partie de l'intelligence artificielle. Cette discipline a essayé de simuler de nombreuses autres formes du raisonnement humain. Les plus connues sont le jeu d'échecs, le langage naturel, les systèmes experts.

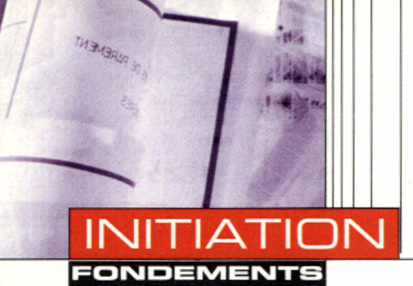
## DE NOUVEAUX ÉLANS

Après quelques avancées spectaculaires, l'intelligence artificielle se trouve confrontée à des problèmes insurmontables. Par exemple, les scientifiques de cette discipline espéraient maîtriser le langage naturel et les traductions en quelques années. Aujourd'hui encore, les programmes sont loin d'atteindre le niveau d'un humain.
Le développement de la puissance de calcul a permis une meilleure exploitation de l'intelligence artificielle : il aura fallu plus de 30 ans pour réussir à battre le champion du monde d'échecs avec des algorithmes qui ont finalement peu évolués.

## L'APPROCHE DE RODNEY BROOKS

Depuis 1984, Brooks fabrique des robots mobiles autonomes au MIT (Massachusetts Institute of Technology). Il propose une approche radicalement différente de celle de l'intelligence artificielle classique.
Selon lui, un paradoxe de cette méthode est qu'il est possible de faire de la robotique sans robot. En effet, si on ne considère plus que le modèle et que l'on simule les perceptions et les actions dans celui-ci, alors on peut faire des expériences sans que les actions ne soient répercutées dans le monde réel. Le robot devient alors optionnel.
Les limites de cette façon de faire de la robotique sont surtout dans le modèle. Ce dernier ne sera jamais assez réaliste, il sera toujours incapable de rendre compte de la complexité du monde réel nous explique Rodney Brooks. Cette complexité est de deux ordres : d'une part le nombre et la qualité des détails et d'autre part son caractère dynamique.
De ce fait, les expériences en intelligence artificielle sont réalisées dans un environnement simplifié. Il est, par exemple, constitué de cubes (simples à modéliser) et ne varie presque pas dans le temps. Pourtant l'objectif reste bien de mettre les robots dans le monde réel et le passage d'un environnement simplifié à un environnement réel n'est peut-être pas une question de puissance de machine sur laquelle est construit le modèle.
La plus célèbre de ses publications «Intelligence without reason» (intelligence sans raison, 1991) nous montre son approche. Deux notions sont primordiales dans le cadre de ses recherches :
- celle d'**Incarnation** qui signifie que, pour qu'un système soit intelligent, il faut qu'il puisse se rapporter au monde sensible par l'intermédiaire de capteurs et d'actionneurs. Ses actions ont un effet immédiat sur ses sensations.
- celle de **Mise en situation** : le robot doit se rapporter au monde, non plus sur le mode de la représentation, mais directement par l'intermédiaire de ses capteurs. Ce principe s'oppose à l'idée de la construction d'un modèle qui serait une copie du monde ; c'est d'abord en cela que Brooks rompt avec l'intelligence artificielle classique. Selon lui «Le monde est notre meilleur modèle» et le robot doit pouvoir réagir quelle que soit la situation.

Le but des recherches de Brooks est d'étudier des agents autonomes intelligents complètement intégrés. Les robots doivent fonctionner aussi bien quand des visiteurs traversent leur espace de travail, ou que lorsque nous déplaçons les meubles, changeons la lumière ou un autre paramètre de leur environnement ou, encore, lorsqu'il y a une dérive de la calibration de leurs capteurs ou de leurs actionneurs.
Le modèle électronique classique (architecture Von Neuman) centralisé a été abandonné au profit d'un autre système appelé "Subsumption Architecture". Elle est organisée comme un réseau asynchrone d'éléments actifs auxquels sont reliés les capteurs et les actionneurs.
Voici quelles en sont les caractéristiques :
- le contrôle n'est pas centralisé,
- le système perceptif, le système central et le système d'action ne sont pas séparés : chaque élément du réseau assure une ou plusieurs parties de ces fonctions,
- il n'y a pas de hiérarchie des éléments les uns par rapport aux autres, tous fonctionnent parallèlement et communiquent de façon asynchrone,
- il n'y a pas non plus de modèle centralisé du





monde, tout est distribué sur les différents éléments,
- il est évolutif : on peut ajouter des éléments au réseau en définissant ses relations avec les autres éléments.

La première réalisation de cette architecture a été le robot ALLEN en 1986. Il était capable de se déplacer vers un but donné, en évitant les obstacles statiques et les personnes qui se déplaçaient.

Rodney Brooks et son équipe développent depuis bientôt 10 ans le robot COG. Il est composé d'un tronc, d'une tête et deux bras. Il a été longtemps considéré comme le robot le plus perfectionné (ne l'est-il pas encore d'ailleurs ?). Il est connu pour ses capacités d'apprentissages et son caractère social.

## LES ROBOTS DE BRAITENBERG

Valentino Braitenberg a publié en 1984 le livre «Véhicules» (Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, ISBN: 2-88074-208-0). Il y présente de petits robots forts simples dans leurs constructions mais aux comportements complexes. Ses travaux sont inspirés à la fois de la cybernétique et des neurosciences. En effet, les comportements de ses robots ont été observés à maintes reprises par les spécialistes en neurosciences sur des animaux.

Les robots sont constitués d'un capteur de lumière situé à l'avant de chaque côté du robot, de deux moteurs commandant chacun les roues d'un côté et de connexions inhibitrices (-) ou excitatrices (+) reliant les capteurs aux effecteurs. Ces connexions peuvent être assimilées à des neurones et des liaisons synaptiques inhibitrices ou excitatrices.

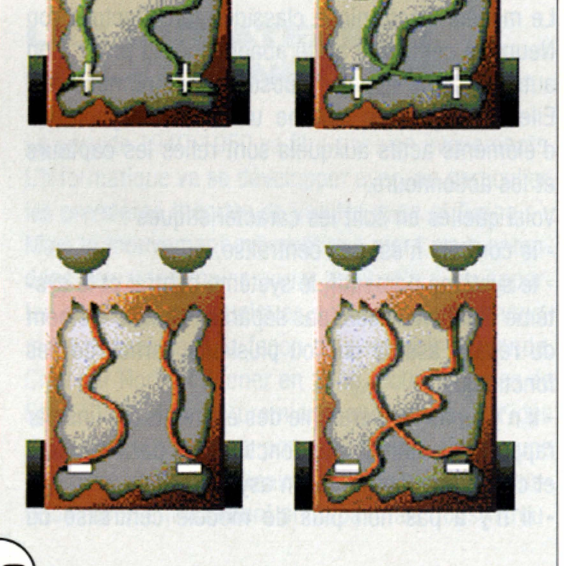


**FIGURE 1** *Le robot «peureux»*

**FIGURE 2** *Le robot «agressif»*

**FIGURE 3** *Le robot «amoureux»*

**FIGURE 4** *Le robot «explorateur»*

### LE PEUREUX (FIGURE 1)

Les liaisons étant latérales, le capteur de lumière excite le moteur se trouvant de son côté. Ainsi, une lumière sur le côté fait accélérer le moteur gauche. Le robot tourne sur la droite, l'intensité lumineuse reçue par le capteur gauche diminue (pour revenir à une valeur similaire au capteur droit), le robot redresse alors sa trajectoire et va tout droit. S'il rencontre à nouveau une lumière, il l'esquive et donne l'impression à un observateur d'avoir peur de la lumière.

### L'AGRESSIF (FIGURE 2)

Cette fois, la liaison excitatrice relie chaque capteur au moteur opposé. Le robot va donc, cette fois-ci, s'orienter vers la lumière et même accélérer à son approche. Si celle-ci est située en hauteur, il passe dessous à pleine vitesse puis ralentit (l'intensité sur les capteurs diminue). Les perturbations de son environnement vont le faire tourner légèrement. Il se dirige alors vers la lumière, passe de nouveau dessous et ainsi de suite. Tel un taureau dans l'arène, l'agressif fonce sur la lumière.

### L'AMOUREUX (FIGURE 3)

Les branchements sont identiques au robot peureux à part que, cette fois-ci, les connexions sont inhibitrices. Avec une source de lumière sur sa gauche, l'amoureux ralentit sur son côté gauche et donc se tourne vers la source de lumière, le moteur droit ralentissant à son tour. Il continue son approche et s'immobilise juste à côté de la source de lumière. Nous avons alors l'impression que ce robot aime la lumière.

### L'EXPLORATEUR (FIGURE 4)

Les capteurs de l'explorateur sont reliés au moteur opposé et les connexions sont inhibitrices. Avec de la lumière sur la gauche, l'explorateur ralentit au niveau de son moteur droit et tourne le dos à la source de lumière. La vitesse augmente et il s'éloigne. L'impression qui s'en dégage est qu'il aime la source lumineuse, mais sa curiosité reprend rapidement le dessus.

Les travaux de Rodney Brooks et de Valentino





Braitenberg nous montrent bien qu'il est possible d'avoir des comportements riches, avec des approches informatiques et techniques très simples. Cela nous permet aussi de mieux comprendre le fonctionnement des animaux qui n'ont pas besoin d'être doués de raison ou de conscience pour se mouvoir, agir et vivre. Cette réflexion va amener un nouveau domaine de recherche : la vie artificielle.

## LES SYSTÈMES VIVANTS COMME INSPIRATION : LA VIE ARTIFICIELLE

Christopher Langthon a posé les fondements de la vie artificielle en 1989 lors de la première conférence de Los Alamos (Mecque de la vie artificielle !). Cette discipline a été définie comme «**l'étude des systèmes construit par l'homme qui présentent des comportements caractéristiques des systèmes vivants**».

Tout d'abord, soulignons qu'à l'opposé de l'intelligence artificielle, la vie artificielle ne se réduit pas aux seuls aspects informatiques. Nous y trouvons des domaines comme l'exobiologie, la synthèse biochimique, le hardware évolutif, la biomécanique...
Avant d'entrer dans le détail, étudions un peu le développement d'un jeune animal ou d'un enfant. Si au début de sa vie il est maladroit, petit à petit il affine ses gestes, puis développe une communication avec ses membres et ses expressions. Pour tout cela, il va faire du mimétisme (copier le comportement des autres). Il va apprendre à saisir un objet, à en découvrir l'utilité (le verre pour boire par exemple). Il va apprendre à se déplacer...
Tout cela est très progressif. Il doit d'abord découvrir son corps avant de pouvoir saisir un objet. Il doit savoir saisir un objet avant de marcher...
Pourquoi ? En fait, il est en train d'apprendre. Il commence par des tâches simples, puis il va plus loin. Il faudra quelques années à un enfant pour être capable de développer des capacités d'abstraction.
Pour les approches robotique de la vie artificielle, le raisonnement est similaire. Il faut d'abord réaliser avec les robots des comportements simples avant de passer au stade suivant. A partir de règles comportementales très simples, il est possible d'avoir des comportements compliqués. Nous retrouvons alors la philosophie de la cybernétique «le tout est supérieur à la somme des parties».
Ainsi, la simulation du comportement du rat intéresse actuellement plusieurs laboratoires français, en particulier les laboratoires de neuro-cybernétique et le lip6. L'objectif est de mieux appréhender le fonctionnement de l'hippocampe de cet animal, avant de passer à une plus grande partie du cerveau ou à un animal plus complexe. Cette partie du cerveau est utilisé en particulier pour la planification de trajectoire (être capable de retrouver son chemin, de reconnaître un lieu). En France, nous qui s'y intéressons.

Sur les approches informatiques, les partisans de la vie artificielle ont une approche différente à ceux de l'intelligence artificielle. Alors que l'intelligence artificielle utilise principalement des méthodes symboliques, la vie artificielle utilise des méthodes non symboliques. Le comportement pourra être réalisé à partir d'un apprentissage en utilisant des réseaux neuronaux, des algorithmes génétiques ou, encore, par l'émergence de comportement du à l'interaction de plusieurs agents (robots).

## CONCLUSION

Ce rapide historique vous permettra, je l'espère, de mieux appréhender la recherche dans le domaine de la robotique autonome bien que son évolution soit complexe.
En effet, il est parfois difficile de classer un robot dans un domaine. Ainsi Asimo, un robot capable de marcher, doit-il être classé dans l'intelligence artificielle ou la vie artificielle ?
L'action de marcher s'inspire de l'intelligence artificielle dans son fonctionnement. Mais la marche est un comportement caractéristique des systèmes vivants, donc classable aussi dans la vie artificielle. Nous voyons donc que les barrières sont fines et non figées.
Aujourd'hui d'ailleurs, nous retrouvons souvent une dérive de l'emploi du terme intelligence artificielle. Le film A.I en est un exemple puisqu'il traite plus de la vie artificielle.
Néanmoins, nous pouvons présager que dans les prochaines années, l'intelligence artificielle et la vie artificielle seront encore le fer de lance de la robotique autonome.
En effet, nous allons vers une démocratisation de celle-ci, et les expériences sur la vie artificielle pourront bientôt être vécues par monsieur tout le monde.

J. DAMELINCOURT

## ADRESSES INTERNET

*Site de La vie artificielle :*
**www.vieartificielle.net**

*Pour plus d'informations sur les automates des XVIIIè et XIXè siècles :*
**www.automates-anciens.com**

# DES ROBOTS

***La société ACCELDIS distribue pour la France la gamme MOVIT qui est constituée de plusieurs types de robots originaux faisant, essentiellement, appel à la mécanique animée par plusieurs moteurs électriques. Il s'agit de robots éducatifs et amusants que l'on assemble soi-même à partir de pièces en matière plastique parfaitement répertoriées. Deux robots ont retenu notre attention : le "star-shooter" et le "spin-shooter". Leur accessoire commun est une balle de ping-pong...***



## GÉNÉRALITÉS

### Présentation générale des robots

Les robots sont présentés sous forme de kit à monter soi-même (c'est le concept du "do it yourself"). Les pièces détachées, ou plutôt détachables de planches de montage, sont en matière plastique transparente. Il est donc possible de les peindre soi-même, à la bombe et à la couleur désirée. Bien entendu, dans ce cas, l'opération peinture devra avoir lieu avant l'assemblage.

Des explications très précises et parfaitement claires, accompagnées de nombreux dessins, facilitent considérablement le montage.

Les robots sont télécommandés par une liaison filaire à partir d'un boîtier de commande. Il s'agit de robots...shooteurs. Dans les deux cas, ils courent après le ballon, peuvent l'avaler et le retenir, et se présenter devant le but pour marquer. Donc, des robots très sportifs...

### La télécommande par liaison filaire

Dans les deux cas, les robots comportent trois moteurs pouvant être alimentés séparément et pouvant tourner dans un sens ou dans l'autre. Le boîtier de commande comprend donc trois commandes séparées et se rapportant chacune à un moteur. Chacune de ces commandes se caractérise par trois positions :

- Une position stable et de repos correspondant à une non-alimentation du moteur,
- Une position active qu'il convient de maintenir pour l'action et qui assure la rotation du moteur dans un sens,
- Une seconde position active pour faire tourner le moteur dans l'autre sens.

Le boîtier comprend également quatre piles standards de 1,5V. Les moteurs mis en œuvre ont leur stator sous la forme d'un niveau permanent. Ils tournent donc dans un sens ou dans l'autre suivant la polarité de leur alimentation dont la valeur nominale est de 3V.

La **figure 1** met en évidence la problématique de l'alimentation de ce type de moteur à partir d'un inverseur.

En **figure 1a**, le moteur est alimenté par une source de 3V. Il est possible d'obtenir sa rotation dans un sens ou dans l'autre en plaçant l'inverseur sur l'une ou l'autre de ses positions extrêmes. On peut noter que ce type de commande nécessite un inverseur bipolaire et, surtout, deux fils de liaison par moteur. Dans le cas de nos robots, six fils seraient nécessaires et pourtant il n'y en a que quatre. Où est l'astuce ?

La **figure 1b** fait appel à une alimentation symétrique de deux sources de 3V. On remarque qu'en plaçant l'inverseur monopolaire, cette fois sur l'une ou l'autre de ses positions, le moteur peut tourner dans un sens ou dans l'autre. C'est le principe qui a été adopté pour la télécommande des robots. Il est représenté en **figure 1c**. Il comporte deux avantages :

- Il ne nécessite que 4 fils de liaison pour alimenter 3 moteurs,
- Il fait appel à des inverseurs monopolaires simples.

## QUELQUES CARACTÉRISTIQUES

La consommation maximale, lorsque les trois moteurs tournent simultanément, atteint 900mA. En moyenne, la consommation est de 550mA, si bien que l'autonomie des piles, si elles sont alcalines, est de 2 heures 30.

Le boîtier se caractérise par les dimensions de

# ...TRÈS JOUEURS

95x126x31 et à une masse (piles montées) de 780gr. La longueur de la liaison filaire est de 2m.
Dimensions hors tout des robots :
- Star-Shooter : 130x77x120
- Spin-Shooter : 85x140x170

## LE "STAR-SHOOTER"

(également appelé quelquefois le HUNGRY-SHOOTER : le shooteur affamé…)
Il nécessite 2 heures d'assemblage. Il avance, recule, tourne (même sur place) à gauche ou à droite grâce aux diverses combinaisons de marche des deux moteurs de propulsion dont chacun entraîne une roue par l'intermédiaire d'un train d'engrenages de réduction.
À l'avant, il comporte deux rouleaux verticaux qui définissent une entrée dont la largeur correspond exactement au diamètre de la balle. Les deux rouleaux tournent dans un sens ou dans l'autre, mais toujours de sens contraire.
Le **figure 2** illustre le principe de "l'ingestion" d'une balle dans le magasin/ventre du robot ainsi que l'éjection lors d'un tir dans le but.

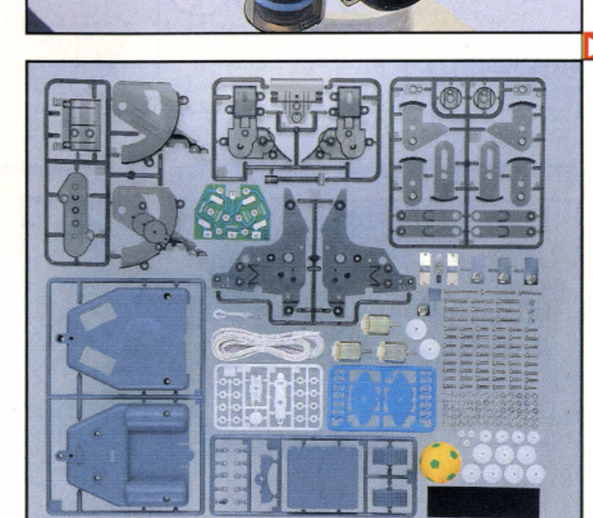
## LE "SPIN-SHOOTER"

Comportant davantage de pièces, 3 heures sont nécessaires pour le monter. Il est très amusant comme robot : en effet, son déplacement se réalise par 6 pattes qui le font trotter à la manière d'un insecte dans un sens ou dans l'autre, mais également en changeant de direction, voire en tournant sur place. Deux moteurs indépendants assurent cette fonction.
La **figure 3** met en évidence le principe d'un shoot. Grâce à une palette tournante à vitesse élevée, il est possible, soit de réaliser un shoot direct, soit un shoot indirect, grâce à la forme arrondie de son magasin/carter. Il est également possible d'avaler simplement la balle, de la conserver pour la tirer ensuite, après déplacement dans le but.

## LE MATCH

Toutes les variantes sont possibles.
Sur un terrain matérialisé par un marquage adapté et par l'installation d'un ou de deux buts, un ou plusieurs robots peuvent évoluer à la manière d'un véritable match de foot… il est même possible de mettre plus d'une balle dans le jeu !
Mais on peut également imaginer l'utilisation d'un seul robot que les joueurs pilotent à tour de rôle avec

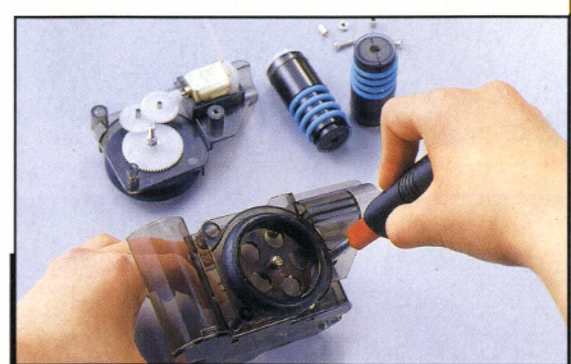
*Présentation du Star-shooter.*



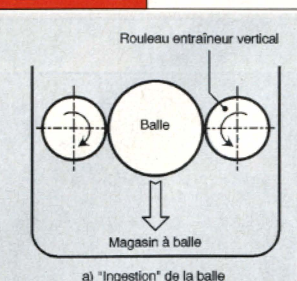
*Les éléments constitutifs du Spin-Shooter.*

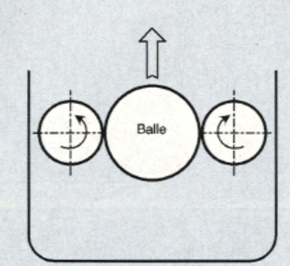


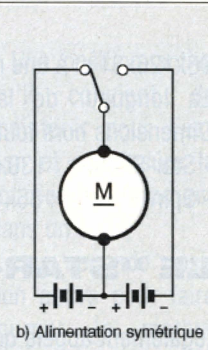
*L'allure du Spin-Shooter.*



*Le Star-Shooter en cours de montage.*



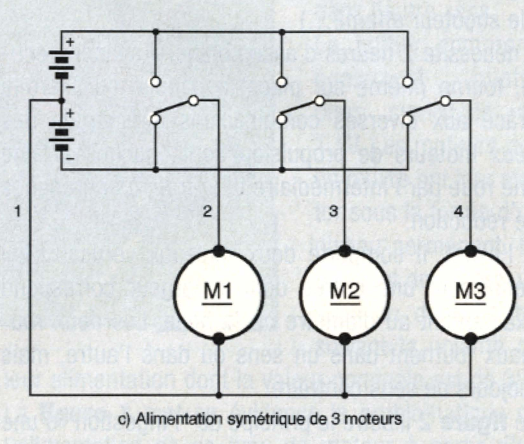
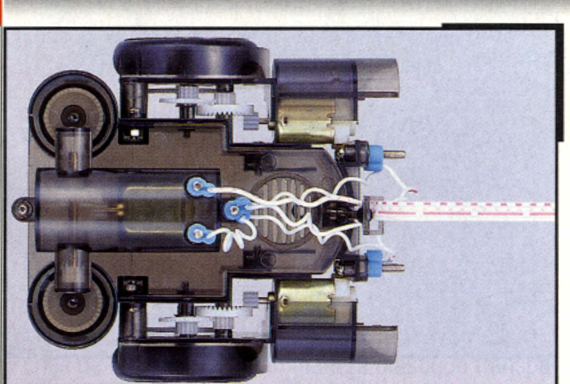




**FIGURE 1**
*Problématique de l'alimentation.*

**FIGURE 2**
*Ingestion/éjection de la balle.*


*Vue de dessous du Star-Shooter.*

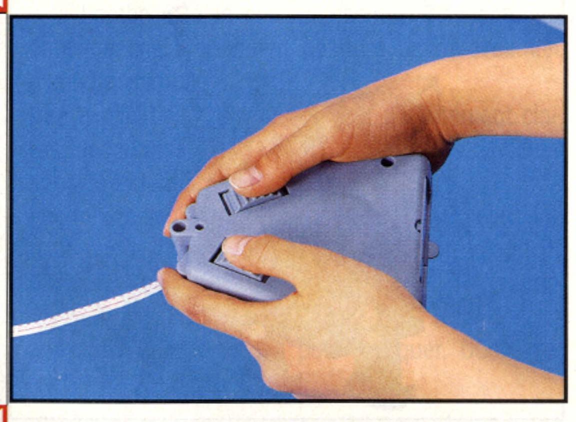


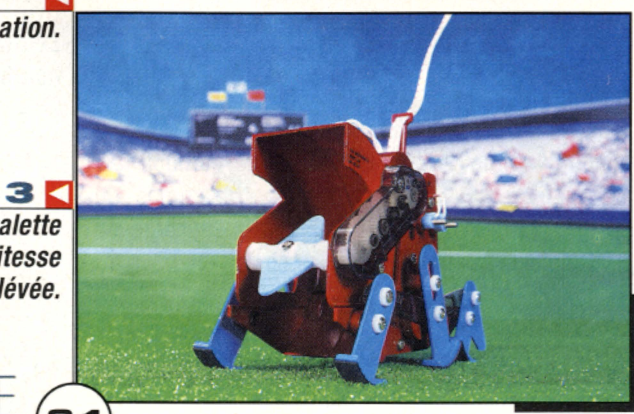
comme objectif de marquer le plus de buts possibles dans un temps donné.

En tout cas, ces robots mettent de joyeuses parties en perspective…

R. KNOERR

**Distributeur ACCELDIS**
**Tél : 01 39 33 03 33**
**www.skytronic.com**


*Le boîtier de télécommande à liaison filaire.*


*Le robot en situation.*

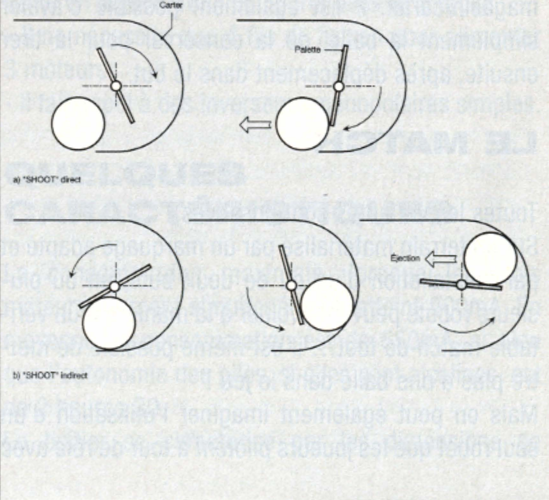



**FIGURE 3**
*Principe de la palette tournante à vitesse élevée.*

# Quoi de Neuf chez Selectronic

## Toute la gamme fischertechnik est en stock chez Selectronic

**Les kits FISCHERTECHNIK vous permettent d'entrer facilement dans l'univers de la technique et de la robotique.**

• Produit de qualité, fabriqué en Allemagne • Montage rapide et sûr, sans l'aide d'aucun outil • Des boîtes de construction toutes facilement combinables entre elles • Des instructions de montage claires (manuels en français) • Des maquettes fonctionnelles et robustes • L'agrément des enseignants, techniciens...et des parents !




A partir de **33,00 € TTC**




A partir de **165,00 € TTC**

PROFI

A partir de **109,00 € TTC**

Industry Robots

A partir de **165,00 € TTC**

A partir de **139,00 € TTC**

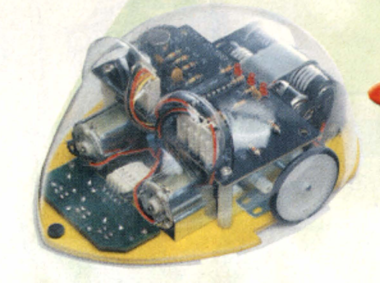
LLWin 3.0

A partir de **54,90 € TTC**

## NOUVEAUX ROBOTS en KIT

### Souris suiveuse de ligne

**Tracez une ligne noire sur un fond blanc et votre souris la suivra aveuglément !**

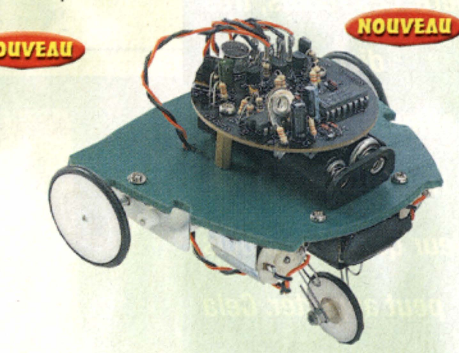



• Mise en route par un bruit (clap, etc...) • Avec microphone et micro-contrôleur programmé • Utilise 3 photo-détecteurs pour suivre la ligne • 2 moteurs • Alimentation : 4 piles ou accus type R6 (AA) - non fournis.

**Le kit** 125.7869-1 **29,50 €TTC(*)** (193,50 F)

### Grenouille obéissante

**Dès qu'elle entend un bruit, cette grenouille va se mettre en mouvement en suivant la séquence** : Marche avant - stop - à gauche - stop - à droite - Arrêt.




• Mise en route par un bruit (clap, etc...) • Avec micro-phone et micro-contrôleur programmé • 2 moteurs • Alimentation : 2 piles ou accus type R6 (AA) - non fournis

**Le kit** 125.7869-3 **19,50 €TTC(*)** (127,90 F)

### Monstre hexapode

**Ce robot est équipé de capteurs infra-rouges :** dès qu'il voit un obstacle, il tente de l'éviter. Il se déplace grâce à ses 6 pattes animées.




• Avec micro-contrôleur programmé • 2 moteurs • Alimentation : 2 piles ou accus type R6 (AA) et 1 pile 9V - non fournis

**Le kit** 125.7869-4 **23,00 €TTC(*)** (150,90 F)

### Voiture à commande sonore

**Fait demi-tour dès qu'elle rencontre un obstacle ou suite à un bruit (clap, etc...).**




• Alimentation : 2 piles ou accus type R6 (AA) - non fournis

**Le kit** 125.7869-2 **14,90 €TTC(*)** (97,70 F)

Pour découvrir toute la gamme Fischertechnik rendez-vous sur notre site : www.selectronic.fr

* : **PRIX PROMO** valables durant la validité de notre **Offre Spéciale 25e Anniversaire** soit du 14 mars au 15 mai 2002 - Les prix en francs sont donnés à titre indicatif

**Selectronic** L'UNIVERS ÉLECTRONIQUE

86, rue de Cambrai - B.P 513 - 59022 LILLE Cedex
Tél. **0 328 550 328** Fax : 0 328 550 329
www.selectronic.fr



**MAGASIN DE PARIS**
11, place de la Nation
Paris XIe (Métro Nation)

**MAGASIN DE LILLE**
86 rue de Cambrai
(Près du CROUS)




**Catalogue Général 2002**
Envoi contre 4,60 €
(en timbres-Poste de 0,46 € ou chèque.)

MR 0422
Photos non contractuelles

**Conditions générales de vente :** Règlement à la commande : frais de port et d'emballage 4,27€ (28,00F), **FRANCO** à partir de 121,96€ (800,00F). Contre-remboursement : +9,15€ (+60,00F). **Livraison par transporteur** : supplément de port de 12,20€ (80,00F). **Tous nos prix sont TTC.**

# ROBOTS EN

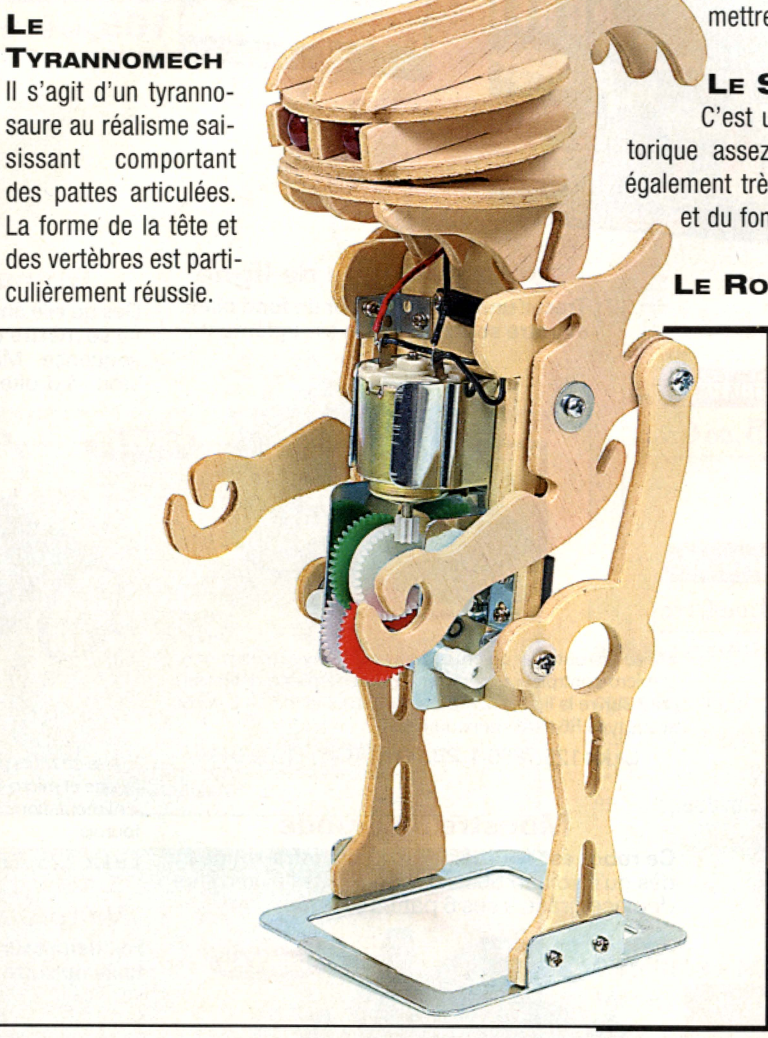
*La société VELLEMAN distribue une série de six robots dans un matériau assez inattendu : le bois. Il en résulte, qu'indépendamment de leur esthétique particulière, ces robots, très diversifiés par ailleurs, se caractérisent par une chaleur que seul le bois peut apporter. Cela n'empêche pas qu'ils sont tous motorisés avec, de surcroît, des mécanismes très élaborés et très pédagogiques. Au plaisir du montage s'ajoute celui de les voir vivre et s'animer avec toute la fiabilité requise.*

## UN CHOIX DE 6 ROBOTS

La gamme se compose de 6 robots :

### LE TYRANNOMECH

Il s'agit d'un tyrannosaure au réalisme saisissant comportant des pattes articulées. La forme de la tête et des vertèbres est particulièrement réussie.



À l'aide d'un mécanisme basé sur un jeu de bielle/manivelle, le tyrannosaure marche et avance d'un pas chaloupé, ce qui lui donne un air assez impressionnant... Le moteur est alimenté par deux piles de 1,5V qu'un interrupteur permet de mettre en service.

### LE STÉGOMECH

C'est un stégosaure, autre animal préhistorique assez proche du modèle précédent et également très réussi sur le plan de l'esthétique et du fonctionnement.

### LE ROBOMECH

C'est un humanoïde en position verticale comportant deux LED rouges à la place des yeux. Grâce à un système mécanique approprié, il avance d'un pas décidé en bougeant les mains.

### LE COPTERMECH

Nous sortons de l'univers fantastique. Le coptermech est un hélicoptère animé avec un véritable rotor et une hélice arrière anticouple. L'ensemble fonctionne grâce à un jeu de courroies et de poulies.

### L'AUTOMECH

Il s'agit d'une automobile dont l'allure générale rappelle la Formule 1. Elle avance à l'aide de quatre roues. Ces dernières peuvent être rendues toutes motri-

*Le tyrannomech éclaté*

*Le stégomech*






ces : on obtient alors un 4x4. On peut également se contenter de deux roues motrices.

**Le Trainmech**

Cette locomotive à vapeur est une merveille d'animation. Elle progresse en bougeant ses bielles de liaison. Mieux : les roues motrices sont entraînées par les bielles comme une véritable locomotive. C'est un réel plaisir de la voir foncer à toute vitesse en se dandinant…

## LE MONTAGE

Le constructeur a mis un point d'honneur pour simplifier les choses au maximum. Pour commencer, très peu d'outillage est nécessaire : un petit tournevis cruciforme, une pince plate, un cutter.

Les pièces en bois sont prédécoupées dans des planches. Elles sont soigneusement repérées grâce à un plan accompagnant la boîte de montage. D'ailleurs, toutes les pièces : axes, vis, équerres, engrenages, moteur,… sont représentées dans une nomenclature très claire et très imagée.

Le montage est alors très simple et très pédagogique. Il suffit de suivre scrupuleusement les dessins en perspective représentés sur la notice. Aucune lecture de texte n'est nécessaire.

Le constructeur a poussé la simplification jusqu'à ne pas prévoir la nécessité de faire des soudures pour les raccordements électriques. Ces derniers peuvent se faire par torsadages et montage d'un manchon isolant prévu à cet effet. Il est, bien entendu, possible (sinon préférable) de réaliser les raccordements par soudure pour une meilleure tenue de ces derniers.

R. KNOERR

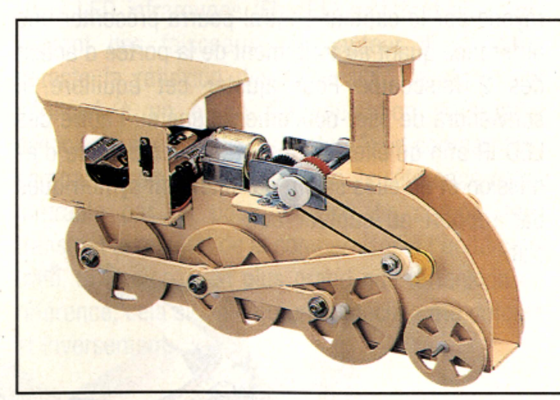
## ADRESSES INTERNET

*Site de VELLEMAN :*
**www.velleman.be**

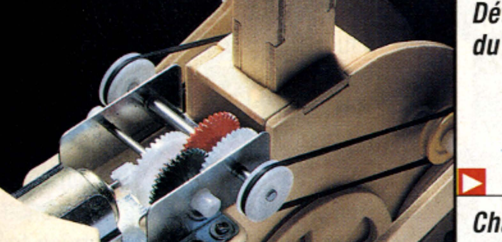
*Le Coptermech*



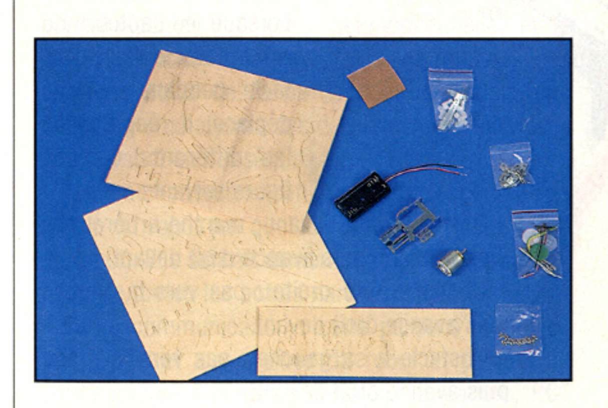

*Le Trainmech dans son emballage*



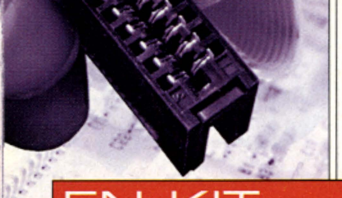
*Le Trainmech monté*



*Détail du montage du Trainmech*



*Chaque kit comprend tous les éléments prédécoupés*





# LE ROBOT DE

***L'HexAvoider est un robot "marcheur" à 6 pattes. Sa conception lui permet de se déplacer dans un environnement en présence d'obstacles qu'il saura éviter. Pour ce faire, il utilise des diodes émettrices et une diode réceptrice infrarouge pour évaluer son environnement, ainsi que des antennes capteurs pour percevoir les obstacles. Si l'utilisateur le désire, le robot peut se voir adjoindre une commande à distance par voie radio depuis un compatible PC grâce à l'utilisation de transceivers radio BIM-433-40-HP fabriqués par la société RADIOMETRIX***

Le robot HexAvoider est livré sous forme d'un kit extrêmement complet comprenant toutes les pièces et composants électroniques nécessaires à sa construction.
Un CDRom est également joint au kit comportant, entre autres, le programme source du microprocesseur commandant les mouvements de la machine ainsi que l'analyse des informations des différents capteurs équipant cette dernière. La boîte contient, également, les éléments nécessaires à la fabrication du chargeur de la batterie permettant l'alimentation de l'HexAvoider.

## RÉGLAGE DU CAPTEUR INFRAROUGE

Le principe de détection d'obstacles du robot repose sur l'utilisation de deux LED IR et d'une diode réceptrice IR. Les LED émettent alternativement leur faisceau infrarouge afin de permettre à l'unité centrale du robot de savoir où est situé l'obstacle. Une LED s'allume quand un obstacle est détecté sur le côté gauche du robot. Une autre LED s'allume quand un obstacle est détecté sur le côté droit du robot.
Quand le robot détecte un obstacle directement devant lui, les LED s'allument en même temps.
Si les faisceaux infrarouges gauche et droit ne sont pas bien orientés et symétriques, la réception des rayons par le capteur central pourra présenter une différence quant au traitement de la portée d'action des 2 faisceaux. Pour ajuster cet équilibre, il conviendra de plier doucement l'une ou l'autre des LED IR afin qu'elles disposent du même angle d'émission et qu'elles soient parfaitement symétriques par rapport au capteur central.

## LES CAPTEURS "ANTENNES"

Les antennes, reliées aux micro-commutateurs, actionnent ces derniers lorsqu'elles touchent un obstacle. Ces capteurs mécaniques couvrent les angles morts des capteurs infrarouges. Une LED, sur la carte capteur d'antennes, s'allume quand les antennes sont en contact avec un obstacle.

## LES SERVOMOTEURS

Pour les régler, il faudra configurer le DIPSwitch en "mode 3", tenir le robot dans une main au-dessus du sol puis le mettre sous tension. Les pattes doivent se déplacer dans les deux sens, pendant un moment, et revenir à leur position initiale. À ce moment, les palonniers des servomoteurs doivent être perpendiculaires au corps du moteur. S'ils ne le sont pas, il conviendra de les repositionner correctement.

## MODE DE DÉPLACEMENTS

Configuration du DIPSwitch. Celle-ci permet de fixer différents paramètres de fonctionnement de l'HexAvoider :
Mode0 : Mode de déplacement rapide,
Mode1 : Mode de déplacement lent,
Mode2 : Mode "test" des capteurs,
Mode3 : Réglage de position des servomoteurs.
Si le DIPSwitch est placé en "Mode 0", le robot se déplacera rapidement. Si le DIPSwitch est placé en "Mode 1", le robot se déplacera lentement.

## ÉTUDE DE L'HEXAVOIDER



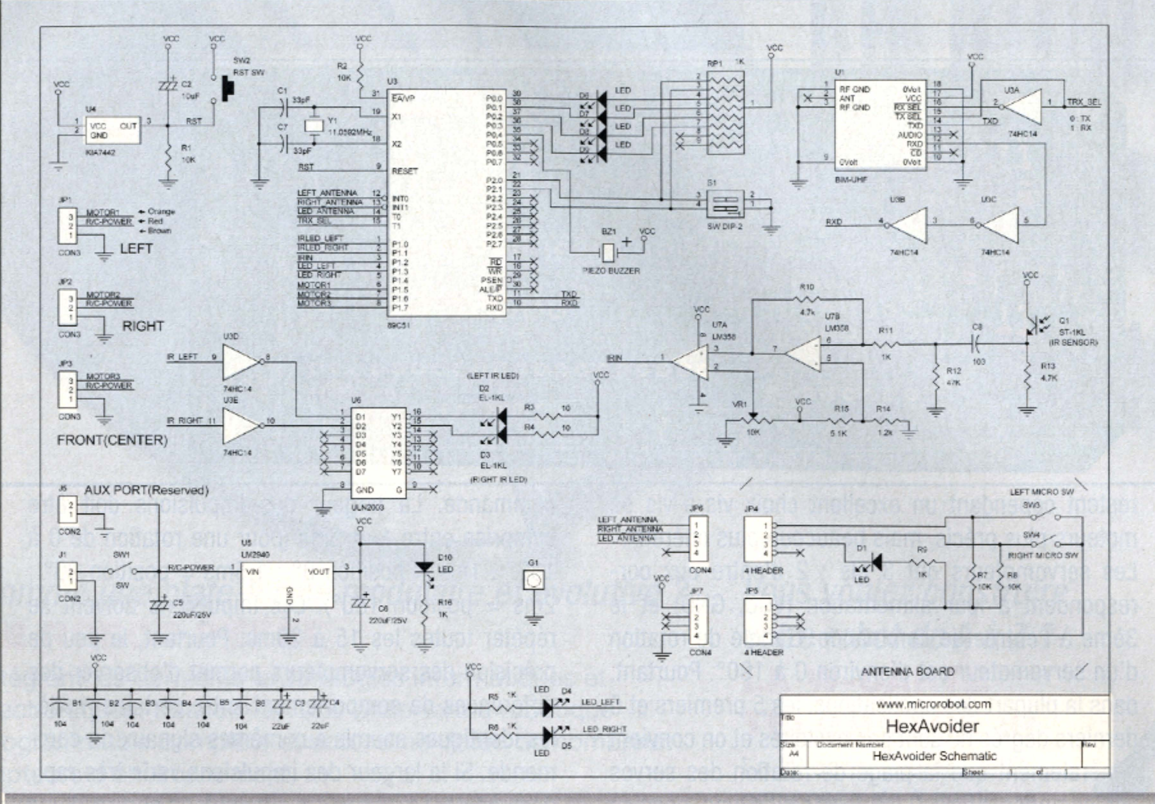
### ACTION DE BASE

Lorsque les capteurs du robot détectent un obstacle pendant qu'il se déplace, il réagit selon les différents cas de figure suivants :
- Obstacle droit devant : marche arrière, pas vers la droite puis avance droit devant,
- Obstacle à sa droite : pas vers la gauche puis avance droit devant,
- Obstacle à sa gauche : pas vers la droite puis avance droit devant.

# HEXAVOIDER LEXTRONIC








**HexAvoider**

**FIGURE 1**

*Schéma de principe retenu par le constructeur*

### Composition et analyse de la structure de l'HexAvoider

#### Partie capteurs

- Les capteurs de l'HexAvoider sont calqués sur ceux d'un humain avec, en premier lieu, les diodes IR qui s'apparentent à la vision humaine et ses antennes qui s'apparentent au "touché". Les capteurs analysent l'environnement proche du robot et "remonte" les informations, relatives à ce dernier, à l'unité de contrôle.
- Partie motricité : celle-ci s'apparente aux muscles "humains". Ils servent à piloter le robot à partir des ordres reçus par l'unité de contrôle. Cette partie est assurée et gérée par les servomoteurs.
- Partie unité de contrôle : celle-ci s'apparente au cerveau et correspond peut-être à la partie la plus importante qui contrôlera la partie capteur, la partie communication (interface radio optionnelle) et la partie motricité. En recevant les informations des capteurs et/ou de la partie communication, elle décodera et analysera ces dernières pour faire évoluer le robot en conséquence.
- Partie alimentation : cette partie correspond à l'énergie du robot (en quelque sorte à la "nourriture" du robot). Elle sert à l'alimentation et au fonctionnement de toutes les autres parties.
- Partie communication : cette partie s'apparente aux lèvres et aux oreilles du robot et permet de communiquer à distance avec un compatible "PC" par le biais d'un module radio optionnel.
- Partie corps: cette partie s'apparente au squelette du robot. Le corps supporte toutes les autres parties.

### Les capteurs infrarouges

Deux LED infrarouges (EL-1KL) émettent alternativement des faisceaux. Un capteur IR (ST-1KL) détecte la réflexion des faisceaux. Ce signal est appliqué à un étage d'amplification différentiel associé à un étage "comparateur". Le comparateur compare le signal à une tension de référence paramétrable par un potentiomètre. Le comparateur transmet le résultat de la comparaison à l'unité centrale. Si le signal est plus grand que la tension de référence, cela signifie qu'un obstacle a été détecté et inversement.

### Les servomoteurs

Un servomoteur est un petit moteur électrique associé à une série de petits engrenages, le tout enfermé dans un petit boîtier plastique. Les servomoteurs sont généralement très utilisés par une unité de commande microprogrammée et disposent d'un couple de "commandes" important. Bien que de petites dimensions, très puissants et peu onéreux, ils disposent pourtant de certains points "faibles" : Leur temps de réponse est lent et ils ne sont pas d'une extrême précision. Enfin, leur axe de rotation dispose de limitation et ne peut gérer les 360°. Ils

## ADRESSES INTERNET

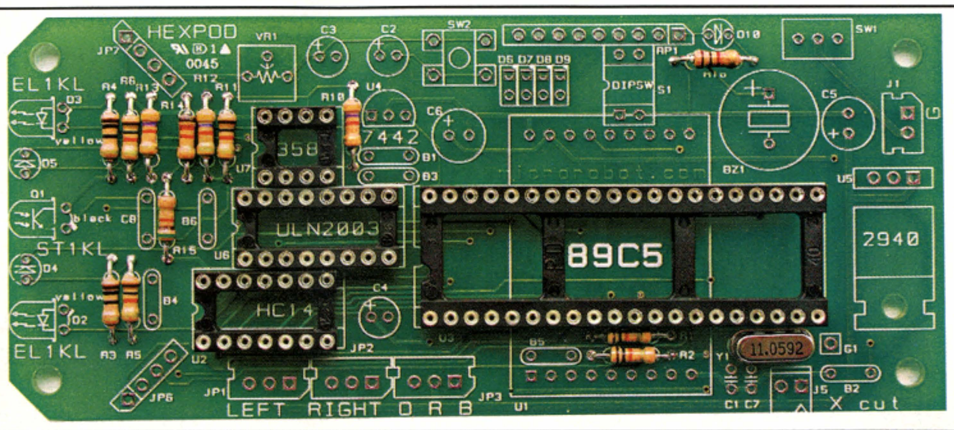
*Site de RADIOMETRIX :*
www.radiometrix.co.uk

*Site de LEXTRONIC :*
www.lextronic.fr
lextronic@lextronic.fr



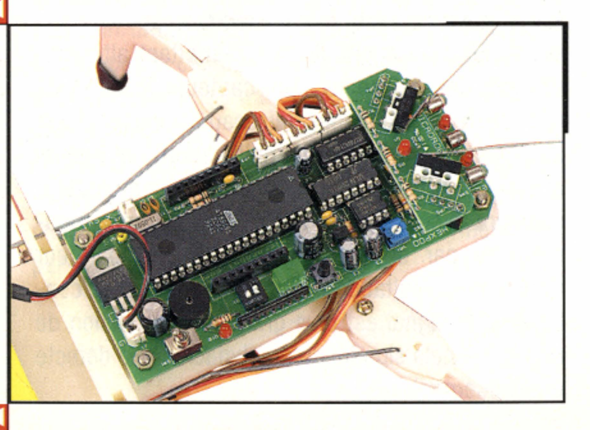


*De nombreux conseils de montage sont divulgués. On commencera par l'insertion des résistances et des supports circuits intégrés*

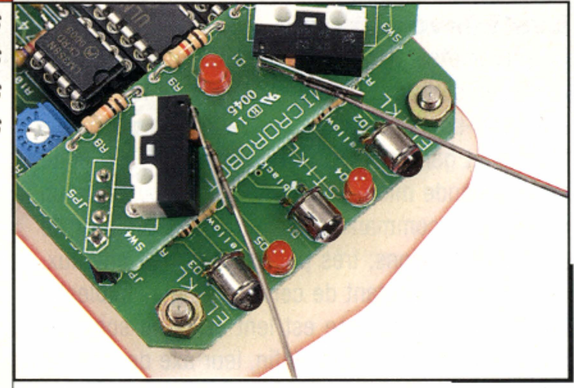



restent cependant un excellent choix vis-à-vis de moteurs plus précis, mais beaucoup plus onéreux.
Les servomoteurs ont 3 fils : 2 d'entre eux correspondent à leur alimentation (VCC, GND) et le 3ème à l'entrée de commande. L'angle de rotation d'un servomoteur est d'environ 0 à 190°. Pourtant, dans la plupart des applications, les 5 premiers et 5 derniers degrés ne sont pas exploités et on convient généralement que la plage de rotation des servos est comprise entre 0 et 180° avec une position "neutre" à 90°.
Le signal de contrôle des servomoteurs est du type "PWM" (Largeur d'impulsion modulée). La position de l'axe du servomoteur est fonction de la largeur des impulsions cycliques présentes sur l'entrée de commande. La largeur des impulsions doit être comprise entre 1 et 2ms (pour une rotation de 0 à 180° : 1ms = position 0° ; 1,5ms = position 90° ; 2ms = position 180°). Les impulsions doivent se répéter toutes les 15 à 20ms. Pourtant, le peu de précision des servomoteurs permet d'observer des différences de comportement entre certains modèles identiques soumis aux mêmes signaux de commande. Si la largeur des impulsions varie très rapidement de 1 à 2ms, le servomoteur partira d'une position extrême à l'autre aussi rapidement que possible. Pour une progression lente, il conviendra de faire varier la largeur d'impulsion très progressivement.

*L'électronique épouse les formes de la structure*



*Les capteurs mécaniques couvrent les angles morts des capteurs infrarouges*



## LE SCHÉMA

Le schéma donné en **figure 1** représente la partie électronique de commande du robot. On aperçoit, dans le haut du schéma du circuit principal, le microcontrôleur gérant l'ensemble des opérations ainsi que, sur la droite, l'option du circuit émetteur récepteur BIM de RADIOMETRIX. On voit également le comparateur connecté au récepteur IR ($U_{7A}$ et $U_{7B}$) ainsi que les circuits $U_{3D}$, $U_{3E}$ et $U_6$ (ULN2003) alimentant les diodes d'émission infrarouges.

En conclusion, LEXTRONIC nous propose, avec l'HexAvoider, un robot permettant une initiation à la robotique intelligente (ou presque !) puisqu'elle utilise un microcontrôleur. De plus, la possibilité d'ajouter un module HF en fait un robot évolutif.
L'HexAvoider est commercialisé au prix de :
**275,93 € TTC**

**P. OGUIC**

**LEXTRONIC - 36/40 rue du Général de Gaulle**
**94510 La Queue en Brie**
**Tél. : 01 45 76 83 88 - Fax : 01 45 76 81 41**

# GRAND CONCOURS

*Organisé par Électronique Pratique, ce concours est ouvert à tous les lecteurs et a pour vocation de développer la curiosité, l'ingéniosité sous un aspect ludique. Les personnes, groupes, clubs ou écoles souhaitant participer à ce concours sont invités à faire parvenir, à la rédaction une fiche de pré-inscription précisant succinctement le projet. Ils recevront alors tous les conseils voulus et de plus amples renseignements. Le concours aura lieu courant novembre. La date et le lieu exacts seront précisés ultérieurement.*

## LE THÈME

Quatre robots se rencontrent au cours d'un jeu de collecte de balles.
Le but du jeu est de ramener le plus de balles de ping-pong dans son enclos, avant les 3 minutes limites. Au départ, les balles sont situées dans un enclos central.
Comme pour tout concours, les décisions d'arbitrage sont sans recours, à l'exception d'un accord entre toutes les parties prenantes.

## L'AIRE DE JEU

La table qui supporte l'aire de jeu ne doit pas être modifiée par les robots.

### Détails de l'aire de jeu

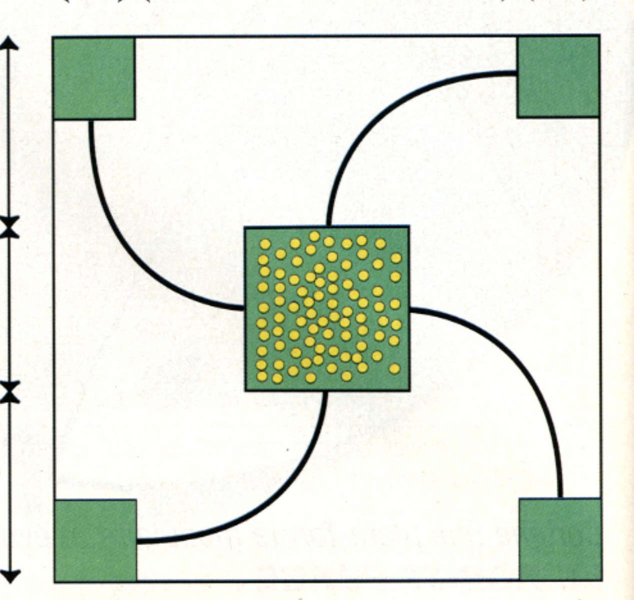
L'aire de jeu est une table carrée, en bois de 2x2m, peinte en blanc.
Un rebord en bois, peint en blanc, de 5cm de hauteur et de 1cm d'épaisseur, délimite les contours de la table.
De fortes lumières éclairent le terrain.
La table est constituée :
- D'un carré au centre de 60x60cm, délimité par un rebord en bois, peint en blanc, de 5cm de hauteur et de 1cm d'épaisseur. Il s'agit de l'enclos central.
- Quatre carrés de 30x30cm, délimités par un rebord en bois, peint en blanc, de 5cm de hauteur et de 1cm d'épaisseur. Il s'agit des enclos de collecte pour chaque robot.
- Les différents chemins sont réalisés avec de l'adhésif noir de 19mm de large (voir croquis). Le dessin est indicatif, le rayon du virage sera choisi par les arbitres au dernier moment.
Les mesures indiquées seront respectées par les organisateurs avec une marge de 2% pour l'aire de jeu et de 10% pour les tracés au sol.

## LES BALLES DE PING-PONG

Les balles de ping-pong placées dans l'enclos sont de couleur blanche ou orange et de taille 38 ou 40mm.

## LES ROBOTS

Les robots doivent être capables de transporter, de projeter ou de pousser une balle de ping-pong vers les enclos. Les robots ne doivent pas détenir ou bloquer volontairement plus de trois balles en même temps.
Les robots doivent impérativement être autonomes,




c'est à dire, embarquer leur source d'énergie, leurs moteurs et leur système de contrôle.
Chaque robot sera construit dans le seul but de répondre aux critères du thème choisi. Toute action ayant un but différent entraînera l'élimination immédiate du robot.
Il est interdit d'enlever des balles dans l'enclos des autres concurrents, volontairement ou non.

### Structure

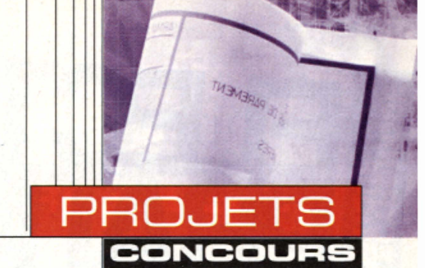
Les robots de la catégorie A ne devront pas dépasser la taille d'un cube de 20cm de côtés au début de la partie. Puis un déploiement de 20cm maximum sur un des côtés sera accepté.
Les robots de la catégorie B ne devront pas dépasser les cotes de 30cm de large sur 30cm de long sur 20cm de haut. Puis un déploiement de 30cm maximum sur un des côtés sera accepté.
Les robots ne doivent pas libérer d'éléments volontairement sur le terrain.
La structure mécanique sera laissée à l'initiative des participants, mais pourra néanmoins faire appel à des éléments de montages classiques et commerciaux.

### Sources d'énergie

Les seules sources d'énergie acceptées sont les accumulateurs ou piles.
Il est nécessaire de disposer de plusieurs jeux de batteries.

### Système de contrôle

Le concours est divisé en deux catégories de robots :
A) Des robots à roues sans circuits programmables.
B) Des robots marcheurs programmables, c'est à



# TROISIÈME ÉDITION DE ROBOTS

dire non équipés de roues ou de chenilles. D'autre part, ces robots devront utiliser exclusivement un microcontrôleur PIC 16F84. Pour cette catégorie, on acceptera l'utilisation de deux balises actives ou passives par robots. Ces balises devront être placées au début de la partie dans l'enclos central et l'enclos de chaque robot.

Le robot étant autonome, aucun contrôle extérieur n'est admis pendant le concours.

## L'HOMOLOGATION

Lors de la phase d'homologation, les arbitres vérifient les différents mouvements de chaque robot.

## LES PARTIES

Les parties durent 3 mn.

Chaque robot est placé sur son chemin, contre le rebord de son enclos.

Un arbitre donne le signe du départ. Sur son ordre, chaque robot est activé. Pendant toute la durée de la partie, il est interdit de toucher aux robots.

Les balles qui sortent du carré central ou des enclos sont encore jouables, mais celles qui tombent de la table de jeu, deviennent hors jeu et ne sont pas remises sur la table pendant la partie.

Au bout de trois minutes, l'arbitre ordonne l'arrêt des robots.

Le robot gagnant est celui qui a le plus de balles de ping-pong dans son enclos, à la fin de la partie. Son score est enregistré pour la suite.

L'arbitre est seul juge du bon déroulement du concours.

## LES QUALIFICATIONS

Les groupes sont organisés en fonction du nombre de participants. Chaque robot rencontre trois autres robots du groupe, une seule fois.

Les points sont répartis de la manière suivante :

- 3 points pour une victoire
- 1 point en cas d'égalité
- 0 point pour une défaite

## LA FINALE

Lors de la phase finale, les 16 meilleurs robots se rencontreront dans des parties à élimination directe. En cas d'égalité, la partie est recommencée. A la deuxième égalité, le robot, le mieux classé lors des qualifications, est déclaré vainqueur.

## FICHE DE PRÉ-INSCRIPTION

| | |
|---|---|
| Nom - Prénom | |
| Adresse | |
| Téléphone, Fax (facultatif) | |
| Email (facultatif) | |
| **Présenter votre projet**<br>Catégories :<br>A ☐ ou B ☐<br>(cocher la case) | |
| Principe<br>(fonctionnement) | |
| Actionneurs<br>(Moteurs) | |
| Capteurs | |
| Stratégie | |
| Moyens disponibles | |
| Budget | |



ELECTRONIQUE PRATIQUE
3,81€ 25F
263 Février 2002 www.eprat.com
Carte de développement POUR PIC
la programmation sur site très complète et facile pour les PIC les plus célèbres et les plus performants.
Détecteur de sens de passage
Commande optique
Expanseur de dynamique
RETROUVEZ AUSSI :
Labo miniature
Ampli passif pour téléphone portable
1 AN D'ABONNEMENT À ELECTRONIQUE PRATIQUE
9 NUMÉROS *
31,50 €
au lieu de 37,87 €
ECONOMISEZ : 6,37€
* 6 numéros d'ELECTRONIQUE PRATIQUE prix kiosque : 3,81 €
+ 3 numéros par an d'ELECTRONIQUE PRATIQUE avec le cahier supplémentaire INTERFACES PC prix kiosque : 5 €
+ VOTRE CADEAU
Un multimètre de poche
ABONNEZ-VOUS
AU MAGAZINE DE REFERENCE EN ELECTRONIQUE
Oui, je profite de votre offre EXCEPTIONNELLE et je retourne vite mon coupon à l'adresse suivante :
ELECTRONIQUE PRATIQUE service abonnements - 18/24 quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19
Tél. : 01 44 84 85 16 Fax : 01 42 00 56 92 - Internet : www.eprat.com
❏ 1 AN : 9 numéros d'ELECTRONIQUE PRATIQUE
au prix de 31,50 €
(au lieu de 37,87€) Etranger : 41,40 €
Je bénéficie d'une petite annonce gratuite
VOTRE CADEAU un multimètre de poche 3 1/2 digit, pratique et utile !
19 plages de mesure – indication automatique de la polarité.
Livré avec pile d'alimentation, cordons de test et doc en français.
(environ 3 semaines pour la livraison à domicile)
Ci-joint mon règlement par :
❏ Chèque bancaire ou postal ❏ Carte Bancaire
N° :
Date d'exp. :
Signature (obligatoire) :
EP265
❏ M ❏ Mme ❏ Mlle Nom/Prenom :
Adresse :
CP :
Ville :

# MAÎTRISER SON ROBOT

*Lego a sorti la troisième version des robots MINDSTORMS en automne 2001. Développé avec l'aide du M.I.T (Massachusetts Institute of Technology), il touche aujourd'hui plus de 15 000 passionnés en France. L'utilisation des briques Lego permet de créer une infinité de robots pour un coût fixe. De plus, la richesse de sa programmation a développé un engouement dans les tranches des 20-35 ans.*



Le boîtier RCX qui correspond à la partie électronique du robot possède 3 entrées (la boîte d'origine fournissant un capteur de lumière et deux capteurs de contacts) et 3 sorties. Au premier abord, vous trouverez cela très limité. Mais l'expérience montre que c'est au contraire une force. Les capacités du robot étant limitées, c'est l'ingéniosité de ses utilisateurs qui va permettre d'avoir des comportements riches. Les robots MINDSTORMS sont passionnants parce qu'ils demandent de la créativité, de l'innovation et une pointe de malice.
Vous pourrez alors réaliser des robots à pattes (2, 4, 6, 8 pattes, voire 1 patte...), des bras mécaniques, un lecteur de code-barre, un robot capable de dessiner ou capable d'escalader.

Je vous propose de vous donner quelques conseils afin de réaliser des robots plus solides, aux comportements plus riches. Nous nous intéresserons, aujourd'hui uniquement, à la partie mécanique.
Pour cela, nous commencerons par quelques conseils sur les réalisations techniques. Puis nous entrerons dans le vif du sujet avec la construction d'une pince tout d'abord simple et limitée dont nous augmenterons ensuite les capacités à l'aide d'une vis sans fin. La dernière partie sera consacrée à l'utilisation d'un différentiel. Nous verrons un exemple qui permet d'utiliser un moteur unique pour faire, à la fois, avancer son robot et le faire tourner.

## RÉALISER DES CONSTRUCTIONS SOLIDES

Lors des constructions techniques de Lego, l'un des problèmes majeurs est la solidité des réalisations. Réfléchissons ensemble aux quelques règles primordiales à respecter afin de réaliser une ossature solide :
- La taille de la brique RCX détermine entièrement l'allure du robot. Il est important de réfléchir dès le début à la position à lui donner. Cette brique doit-elle être couchée, debout ou bien même placée à l'extérieur du robot (cas d'un bras mobile par exemple) ?. Pour les constructions complexes, la brique RCX peut jouer également le rôle de contrepoids.
- Il est nécessaire de renforcer la solidité de l'ossature par la fixation de bras de maintien ou de barres verticales. Pour cela, il faut placer 2 plaques entre les briques afin que les trous soient alignés. Vous transformez ainsi votre construction en un bloc solide (**figure 1**).
- Testez les mécanismes que vous réalisez sur des barres ou des plaques. Puis affinez, simplifiez les engrenages. Pour cela, branchez un moteur pour mieux appréhender les vitesses de rotation, les amplitudes, la solidité de la construction.

## LES ENGRENAGES LEGO

Les engrenages sont la base de tout mouvement de votre robot. Il est donc primordial de bien comprendre leurs fonctionnements. Ils permettent de réaliser des rotations qui, suivant les besoins, peuvent être transformées en translation au moyen de crémaillère ou de poulie par exemple.
Les engrenages les plus usuels dans la gamme Lego sont :
- 40 dents, avec un diamètre de 5 unités Lego
- 24 dents, avec un diamètre de 3 unités Lego
- 8 dents, avec un diamètre de 1 unité Lego
Il existe aussi un engrenage de 16 dents mais qui est

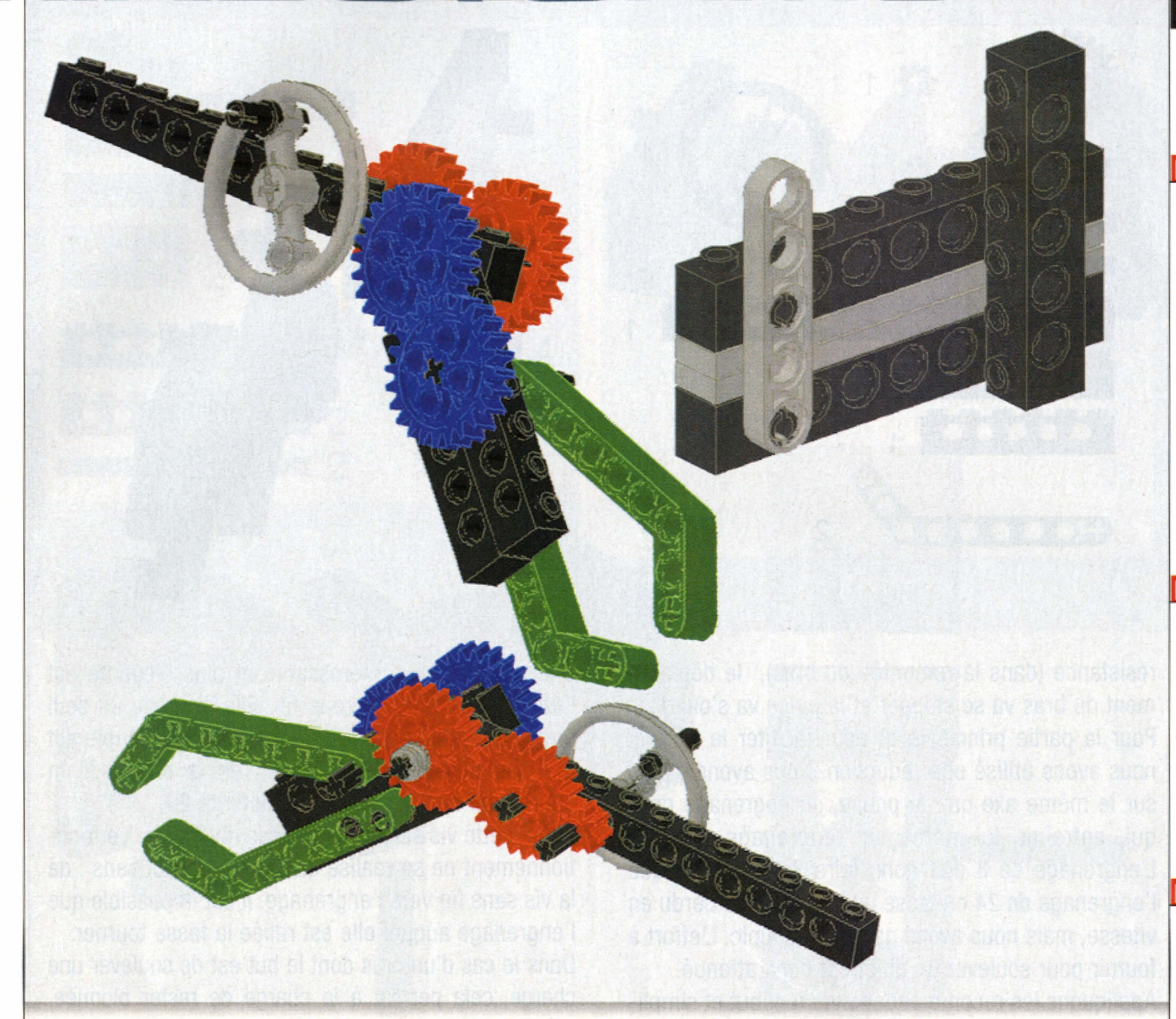


**Figure 1**

*Principe de renforcement de la solidité*

**Figure 2**

*Exemple de réalisation d'une pince.*

**Figure 3**

*Pour cette pince, on dispose d'une partie fixe et d'une partie mobile. Les éléments ont été colorés pour une meilleure compréhension.*

peu utilisé à cause de son diamètre mal adapté aux constructions Lego.
Enfin la boîte MINDSTORMS contient un engrenage (blanc) 24 dents qui a la possibilité de patiner ; C'est à dire ne plus transmettre l'énergie qu'il reçoit et, ainsi, stopper le mécanisme. Cela peut éviter, dans certains cas, d'avoir à mettre un capteur pour connaître la fin de trajectoire d'un mécanisme.

## RÉALISATION D'UN BRAS ÉQUIPÉ D'UNE PINCE EN UTILISANT UN SEUL MOTEUR

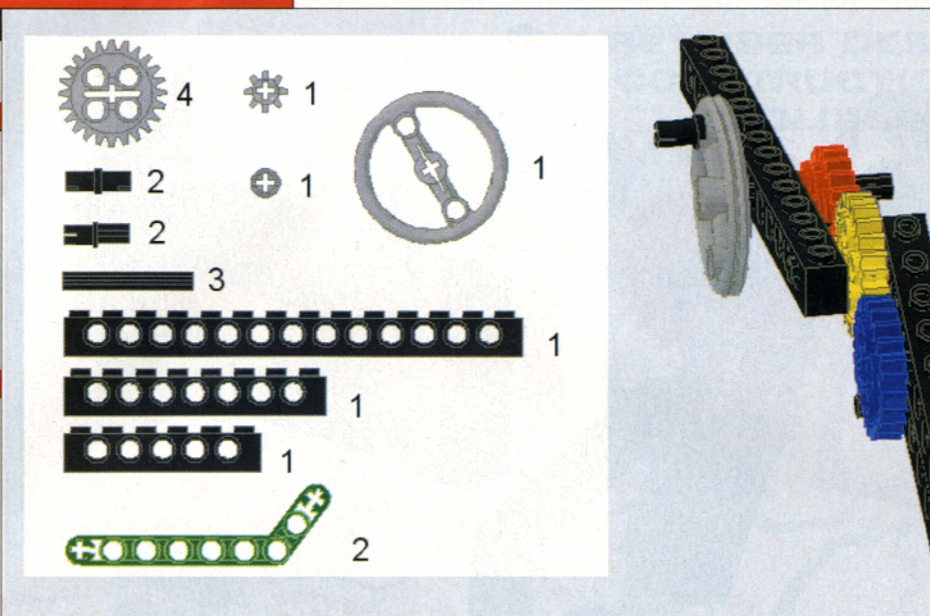
Pour mettre en application l'utilisation optimum des engrenages, nous allons, à l'aide d'un seul moteur, permettre deux actions : saisie d'un objet avec une pince et levée de cette pince à l'aide d'un bras.
Commençons par un modèle très simple que nous actionnerons manuellement. Les engrenages Lego utilisés sont en réalité gris, mais nous en avons changé les couleurs sur les représentations graphiques pour une meilleure compréhension (**figures 2 et 3**).
La pince est très simple avec une partie fixe et une partie mobile. L'énergie est apportée manuellement à partir de la poulie grise qui est utilisée, ici, comme manivelle. Lorsque vous tournez cette poulie dans le sens des aiguilles d'une montre, le bras se baisse, puis la pince s'ouvre. Après avoir attrapé un objet, vous tournez la poulie dans le sens trigonométrique, la pince se referme, puis le bras se lève avec l'objet dans la pince.
Pour permettre d'avoir deux actions différentes, nous allons utiliser deux montages d'engrenages distincts : un en bleu que nous appellerons principal, et l'autre en rouge que nous appellerons secondaire.
La partie secondaire permet d'ouvrir et fermer la pince. Lorsque vous tournez pour fermer la pince, elle se resserre et chaque doigt vient en butée sur l'autre ou sur un objet. A ce moment, les engrenages de la partie secondaire ne peuvent plus tourner. C'est donc le support qui va être entraîné, c'est à dire le bras de la pince.
Dans le sens inverse, c'est tout d'abord le bras qui va être actionné, entraîné par son poids (et le poids de la charge). Une fois en bas, la gravité va devenir une

**FIGURE 2A**

*Les éléments constitutifs des figures 1 et 2.*

**FIGURE 4**

*Autre possibilité de réalisation.*




résistance (dans la remontée du bras), le déplacement du bras va se stopper et la pince va s'ouvrir.

Pour la partie principale et pour faciliter le levage, nous avons utilisé une réduction. Nous avons placé, sur le même axe que la poulie, un engrenage de 8 qui entraîne lui-même un engrenage de 24. L'engrenage de 8 doit donc faire 3 tours pour que l'engrenage de 24 en fasse un. Nous avons perdu en vitesse, mais nous avons gagné en couple. L'effort à fournir pour soulever un objet est donc atténué.

Appliquons les recommandations du début et simplifions ce mécanisme. En fait, nous avons deux engrenages (un pour la partie principale, un pour la partie secondaire) qui se trouvent sur le même axe. Mettons-les en communs et plaçons les engrenages au centre avec le bras fixe d'un côté et le bras mobile de l'autre. Ainsi, nous gagnons un engrenage et réduisons le volume (voir **figure 4**). Pour le reste, le fonctionnement est identique.

## UTILISATION D'UNE VIS SANS FIN

Si nous essayons cette pince avec un moteur, nous remarquons rapidement que le moteur peine dès que la charge est un peu lourde. Par contre, la pince est très rapide… à vide. La vitesse n'a pas besoin d'être élevée pour l'utilisation d'une pince. Nous allons donc augmenter le couple pour pouvoir soulever une charge plus importante. La première solution consiste à créer un train d'engrenage pour la partie principale, en créant des réductions. Sachant que la boite Lego MINDSTORMS contient des engrenages à 8 et 40 dents, il peut y avoir un gain important dans ce sens.

Une solution plus intéressante et plus élégante est l'utilisation d'une vis sans fin. Elle possède un seul engrenage et, par conséquent, le gain en couple est tout de suite important. Ainsi, en la reliant à un engrenage de 24, le gain est alors de 24.

Enfin, cette vis sans fin n'est pas réversible. Le fonctionnement ne se réalise que dans un seul sens : de la vis sans fin vers l'engrenage. Il est impossible que l'engrenage auquel elle est reliée la fasse tourner.

Dans le cas d'un bras dont le but est de soulever une charge, cela permet à la charge de rester bloquée, même si le moteur est à l'arrêt (action impossible avec la première version de la pince). La vis sans fin peut être placée complètement en amont des engrenages (directement à la sortie du moteur). Nous obtenons ainsi un gain de réduction sur l'ensemble des engrenages pour le fonctionnement du bras et pour celui de la pince (**figures 5**, **6**, **7** et **8**). Les plaques de maintien (le plan de support de l'ensemble) ne sont pas représentées pour une meilleure lisibilité des figures.

Il suffit maintenant de relier cette construction à notre pince précédente pour obtenir la **figure 9**. Comme prévu, la levée est plus lente qu'avec la première pince ; par contre, elle est puissante et capable de soulever des charges relativement importantes (ce montage permet de soulever un moteur Lego).

Nous avons deux réductions, une avec la vis sans fin et une avec le branchement entre l'engrenage de 8 et l'engrenage de 24. Nous avons donc un gain d'un facteur de 24 et un d'un facteur de 3. Le gain total est donc de 3x24=72. Si besoin, il est possible de réduire encore la construction en ajoutant des engrenages. A noter aussi que la longueur du bras est déterminant dans la capacité de levage. Plus le bras est long, plus il est difficile de lever la charge.

**FIGURE 5**

*Préconisation d'une vis sans fin.*

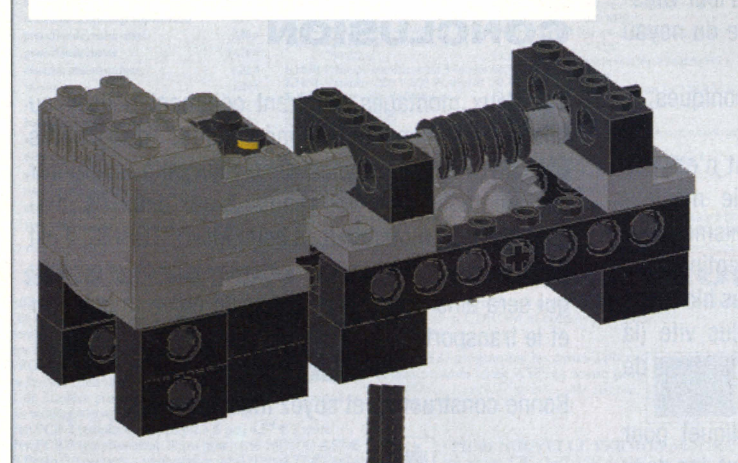
**FIGURE 5A**

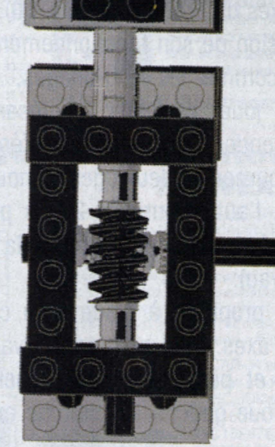
*Détail des pièces.*

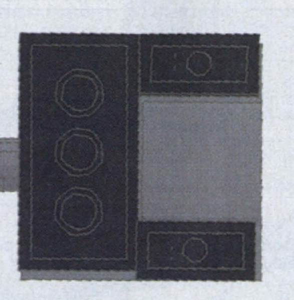


**FIGURE 6 À 8**

*Plusieurs aspects du bloc.*







Voici quelques pistes pour travailler sur cette pince et l'adapter à vos besoins :

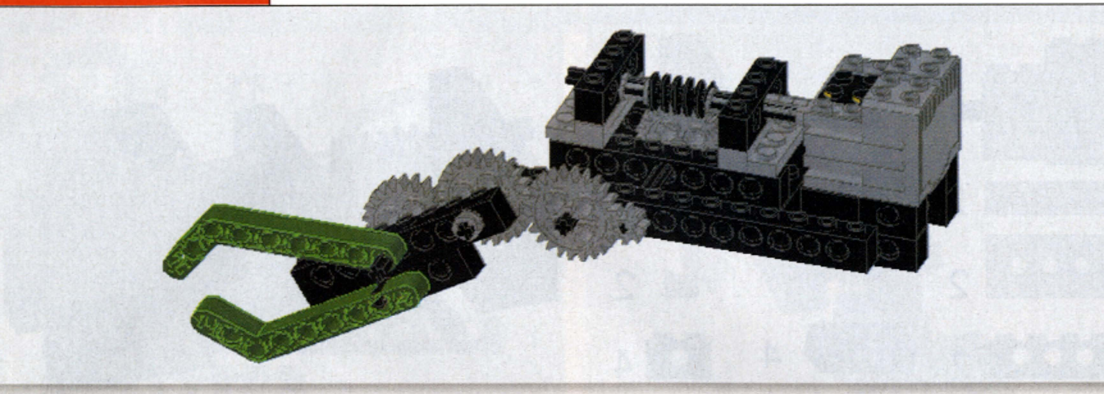
- Un des doigts de la pince est fixe. A l'aide d'un petit système d'engrenage, il est possible de rendre les mouvements des deux doigts symétriques.
- La réalisation (figure 9) est la résultante de deux montages distincts, il est possible de réunir de façon plus compacte les engrenages et la pince avec le montage de la vis sans fin.
- Pour le montage sur un robot, il peut être intéressant de baisser la hauteur du moteur pour réduire le volume du montage.
- L'utilisation de capteurs de contact permettra soit l'arrêt automatique en bout de course du moteur, soit une commande manuelle du moteur.
- Pour une meilleure saisie, il est possible d'élargir la pince en ajoutant deux autres doigts.

## LE COMPORTEMENT DU ROBOT ENRICHI PAR L'EMPLOI DU DIFFÉRENTIEL

Nous allons voir un montage qui, installé sur un robot, permet d'avancer et de tourner en utilisant un seul moteur. Pour cela, nous allons utiliser l'un des

**FIGURE 9**

*Réunion de la construction à la pince précedente.*



mécanismes les plus intéressants : le différentiel permettant de relier deux axes indépendants. Ils peuvent tourner à des allures différentes, mais leur vitesse moyenne de rotation sera égale à celle du noyau du différentiel.
Le différentiel contient 3 engrenages coniques et deux tiges d'axes différentes (**figure 10**).
La compréhension de son fonctionnement n'est pas triviale. Tout comme les engrenages, le meilleur moyen est de jouer et tester le mécanisme pour mieux l'appréhender. En tournant le différentiel, nous faisons aussi tourner les deux tiges. Si nous bloquons une des tiges, l'autre tournera 2 fois plus vite (la moyenne des deux axes est égale à la vitesse de rotation du noyau).
Utilisons cette propriété à l'aide d'un cliquet pour bloquer un des axes. Ainsi, en marche avant, les deux axes tournent et permettent d'entraîner une roue droite et une roue gauche. En marche arrière, nous bloquons un axe et seule une roue tourne, ce qui a pour conséquence de faire pivoter le robot.

## CONCLUSION

Ces deux montages montrent comment utiliser, au mieux, les possibilités mécaniques des robots MINDSTORMS. Il ne vous reste plus qu'à incorporer ces montages dans vos robots. A eux deux, ils utilisent les deux moteurs de la boîte MINDSTORMS, il est donc possible de les regrouper sur un même robot qui sera ainsi capable de saisir un objet, le soulever et le transporter.

Bonne construction et soyez innovateur !

J. DAMELINCOURT

**FIGURE 10**

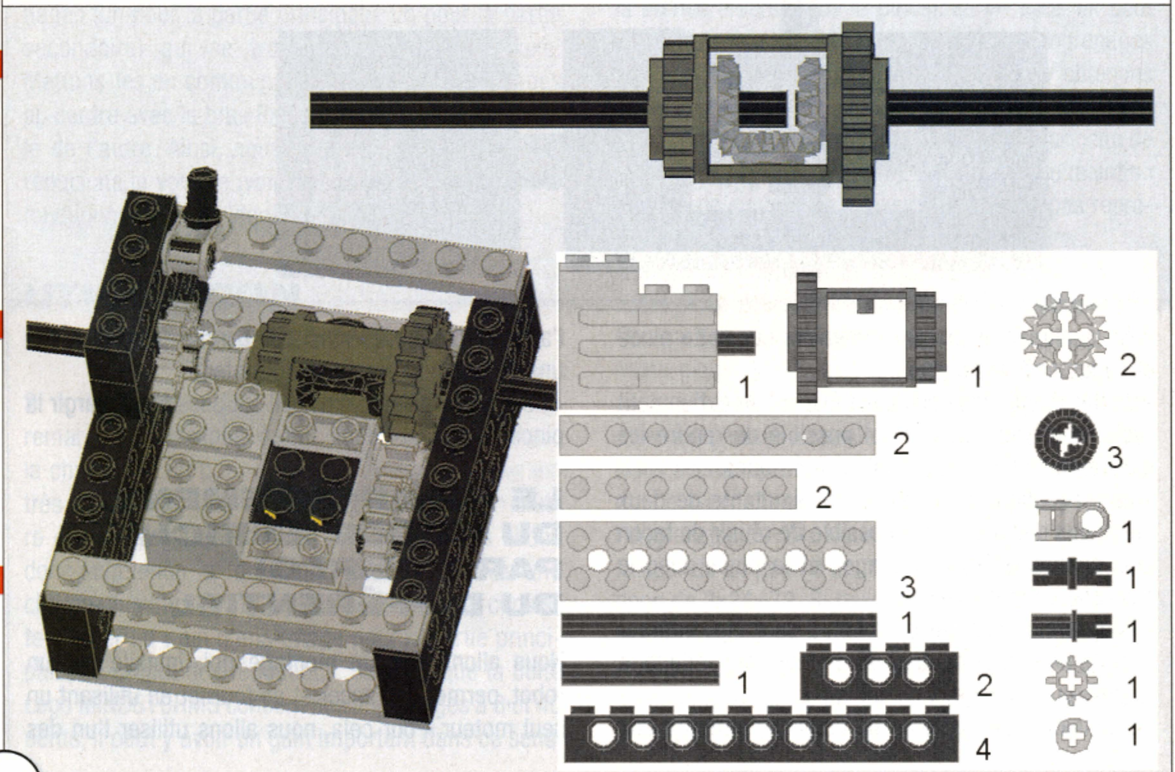
*Le différentiel contient trois engrenages coniques et deux tiges d'axes différentes.*

**FIGURE 10A**

*Pièces constitutives du différentiel.*

**FIGURE 11**

*Vue d'ensemble.*



# LES SERVOM DE RADIOCOM

***Le servomécanisme de radiocommande est un composant complexe mais bourré de qualités et surtout susceptible d'être détourné de sa tâche initiale : commander les gouvernes de modèles réduits. Il exerce une force importante mais avec une vitesse lente comparée à celle d'un moteur électrique à courant continu. Le moteur électrique tourne rapidement mais avec une vitesse élevée. Il demande donc un réducteur de vitesse.***

## DÉCOMPOSITION

Dans son boîtier, généralement de matière plastique, le servomécanisme de radiocommande comporte un moteur électrique basse tension, un réducteur à engrenages, un potentiomètre de recopie de position, une électronique de commande et un organe de sortie.

Le moteur électrique du servo travaille sous une tension de 4,8 à 6V correspondant à quatre accumulateurs Ni-Cd (tension nominale de 1,2V par élément) ou quatre piles de 1,5V ou encore 3 éléments au plomb de 2V chacun. Il tourne très vite (plusieurs milliers de tours par minute) mais a un couple limité. On doit donc lui adjoindre une démultiplication. Cette dernière sera réalisée à partir de pignons de matière plastique à haute résistance moulés avec un module* et une épaisseur s'accroissant au fur et à mesure que l'on s'approche de la sortie. Un gros module conduit à des dents plus grosses donc susceptibles de transmettre un effort plus important. Les servomécanismes de haut de gamme associent matière plastique et métal.

* Le module est le quotient du pas, exprimé en millimètre, au nombre p.

Le pas des dents est dont égal à p x module.

Les paliers de l'arbre de sorties sont en matière plastique sur les servos économiques. On passe ensuite aux arbres en matière plastique associés à des bagues de frottement en alliage fritté à réserve d'huile et, sur les modèles de haut de gamme des roulements à bille.

L'axe de sortie est généralement réalisé dans une matière plastique, le palonnier s'emmanche sur l'extrémité de l'arbre par une surface conique et crantée ou un carré assurant la transmission du couple sans glissement. Une vis assure l'immobilisation axiale du palonnier.

Le couple fait partie des spécifications du constructeur, c'est un produit force x distance, généralement la force est exprimée en kgf (1 kgf = 10 N) et la distance est annoncée en cm. A couple donné, plus la distance est courte et plus la force est élevée, on a donc intérêt à donner le couple avec une distance faible... On reste néanmoins assez près d'une donnée pratique compte tenu de la taille du palonnier. Pour les gros servos ou les servos type treuil à bras, le problème est différent, le bras de levier étant nettement plus long. Attention, le couple dépend de la tension d'alimentation, entre 4,8 et 6V, le facteur est voisin de 1,25...

L'angle de rotation du servo est limité dans le servo lui-même par une butée mécanique permettant une rotation d'environ ± 100°. Le servo entraîne un potentiomètre de recopie dont la rotation maximale est de 270° et correspond à l'angle dont le curseur peut se déplacer. Le potentiomètre dispose lui-même de butées internes qu'il est préférable d'éviter de brusquer. L'électronique limite le débattement à une soixantaine de degrés, il est inutile d'aller plus loin : à 90°, la rotation de l'arbre n'entraîne aucun déplacement de la commande : les commandes par palonnier ne sont pas linéaires mais en forme de sinusoïde : un déplacement de 1° près du neutre entraîne un mouvement plus important que le même déplacement angulaire à 45°...

Certains servomécanismes sont conçus pour des tâches particulières, par exemple une commande de train d'atterrissage, et autorisent une rotation de 180°, en fin de course, le train est verrouillé par le servo... Les servos treuils déroulent un câble sur une longueur de plusieurs dizaines de centimètres, ce qui demande plusieurs tours de tambour. Le potentiomètre de recopie est installé avec un étage de démultiplication supplémentaire.





## LES MODÈLES

Les servomécanismes sont présentés dans les catalogues des marques de modèles réduits, ce sont les fabricants de radios qui les proposent avec une fabrication généralement Est orientale, avec quelques exceptions.

Les plus petits servos, conçus pour les micros modèles réduits à propulsion électrique, pèsent moins d'une dizaine de grammes (Un HS 50 HITEC pèse 5,8 g.) et le plus lourd (PS 050 chez TIGER) près de 300 g. avec un couple allant de 60 à 650 Ncm... Ce dernier est surtout conçu pour des applications professionnelles comme l'animation dans les parcs d'attraction.

La puissance est fournie au moteur par un circuit intégré souvent associé à des transistors qui augmentent le courant de sortie. Pour les très grosses puissances, on utilise des transistors à effet de champ (FET).

Le signal de commande du servo est une impulsion de largeur variable (valeur moyenne de 1,3 à 1,6 ms ± 500 ms) répétée toutes les 20 à 30 ms.

L'angle de sortie du servo est approximativement proportionnel à la variation de largeur d'impulsion. La linéarité étant fonction de celle du potentiomètre d'asservissement. Le circuit de commande est figé, sur certains servomécanismes, par exemple ceux de treuils pour voiliers, il est possible de fixer des limites au débattement du servo. La marque coréenne HITEC, distribuée par MRC, vient de mettre à son catalogue des servos numériques programmables par logiciels. On programmera la vitesse, la position de sécurité, la zone morte centrale, les fins de course et le neutre.

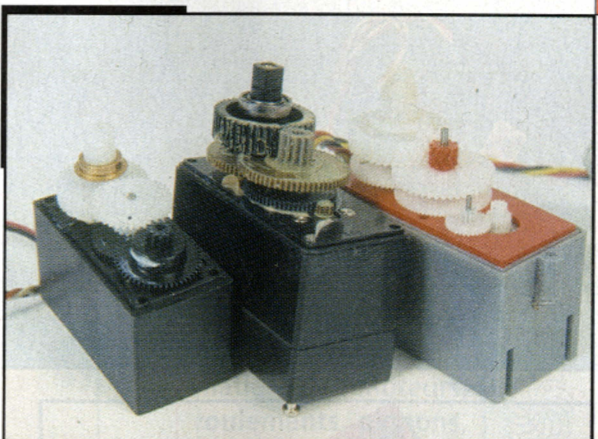
L'amplificateur de servo se caractérise par divers paramètres, il existe une plage morte autour de la position finale, plage qui évite au moteur de rechercher en permanence son équilibre. Cela se traduirait par un pompage et une consommation inutile. Dès que le circuit détecte une variation de largeur assez importante, le circuit électronique envoie toute la puissance dans le moteur. La sortie bénéficie ainsi, dès le démarrage du moteur, du couple important nécessaire à l'entraînement des gouvernes.

Il en résulte, par ailleurs, une difficulté d'exploitation d'un servomécanisme en variateur de vitesse. L'explication est simple : le circuit travaille alors en boucle ouverte avec un gain très important. La moindre variation, volontaire ou non, de la largeur de l'impulsion se traduit par une variation rapide de la vitesse de rotation du moteur. Pour une exploitation d'un servomécanisme en moteur de propulsion, des modifications sont nécessaires au niveau du circuit électronique, elles réduisent le gain en boucle ouverte. On pourrait imaginer aussi un circuit détecteur de vitesse que l'on introduirait dans la boucle de contre-réaction et qui permettrait alors un contrôle précis de la vitesse. L'asservissement se ferait alors en vitesse et non en angle : la vitesse de rotation serait proportionnelle à l'écart entre la largeur de l'impulsion au neutre et l'émission présente à l'entrée du circuit de commande.

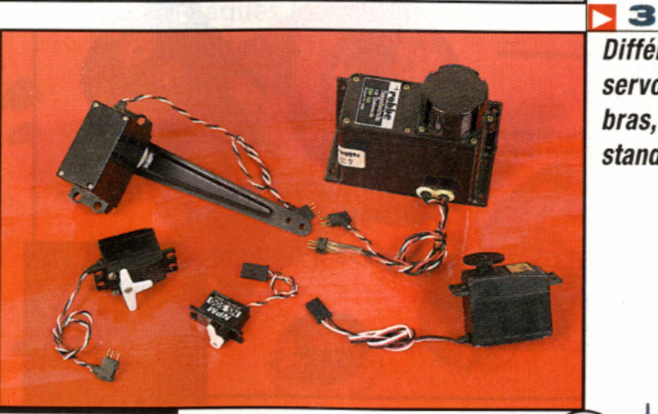
Restons dans l'exploitation du servo en moteur, donc avec une rotation continue. Elle suppose une modification mécanique du servo afin d'éliminer les butées mécaniques. Vous devrez donc démonter le servomécanisme en repérant bien la position relative des pignons et des axes (attention au sens des pignons, certains disposent d'une surépaisseur qui doit être placée au bon endroit afin d'éviter un frottement inutile !).

Par ailleurs le pignon de sortie, c'est à dire le dernier, peut servir de butée et ne comporte de dents que sur la moitié de sa périphérie, à moins que son épaisseur ne soit pas identique sur toute sa circonférence. Dans ce dernier cas, il comportera une zone de faible résistance.

Le potentiomètre doit aussi être enlevé et, s'il contribue au centrage de l'axe de sortie, il faudra le



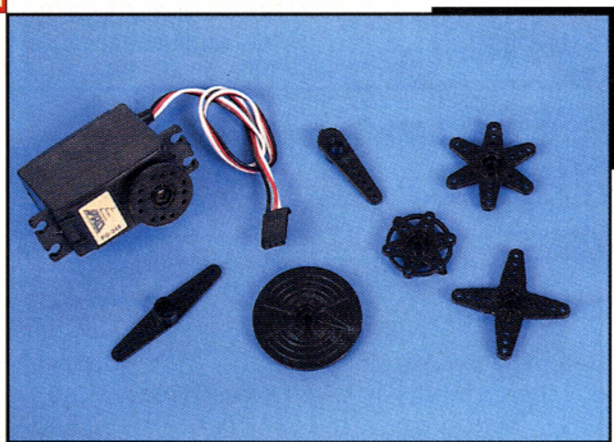
**2**
***A gauche : pignon matière plastique et palier fritté ; au centre : pignon métallique et roulements à bille ;***
***a droite : un servo français, Radio Pilote, engrenage à chevron***



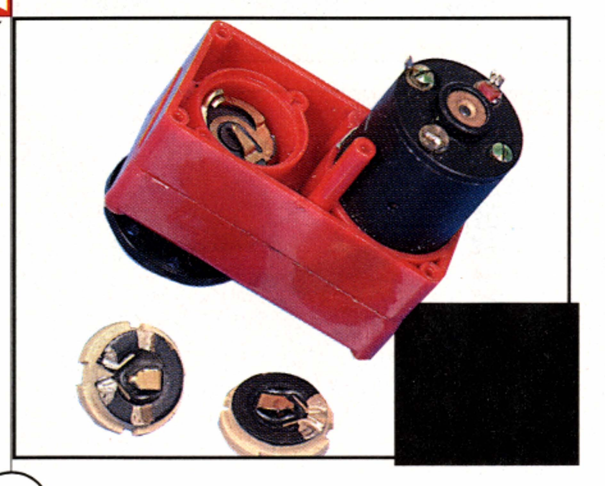
**3**
***Différents modèles de servos : servo treuil à bras, à tambour, servo standard, mini et pico.***

démonter à son tour afin d'éliminer ses propres butées mécaniques.

Les servomécanismes peuvent aussi être utilisés sans leur électronique d'origine. On dispose alors d'un moto-réducteur dont l'axe de sortie tournera à la vitesse de 60 t/mn environ avec limitation ou pas de l'angle de sortie suivant le traitement que vous lui aurez fait subir.
On ne trouve pratiquement pas de servo sans leur électronique, compte tenu du prix de vente de servos économiques : environ 120 F, il peut être intéressant de démonter l'électronique pour conserver le moto-réducteur. On trouve des mécaniques de servo avec potentiomètre chez CONRAD ou MOTOR MODEL pour 95 F.
Attention, le prix des servos dépend aussi de leur qualité, si vous payez un servo 70 F, vous en aurez pour 70 F et la durée de vie risque de ne pas atteindre vos espérances.
Assurez-vous aussi de la garantie offerte sur un produit qui peut vous sembler un peu trop économique.
Une fois le servomécanisme débarrassé de son électronique, on peut lui adjoindre une électronique personnalisée, purement analogique. On peut utiliser pour cela des petits amplificateurs basse tension et stéréo capables de délivrer 1A associés à un circuit d'entrée, l'angle de sortie sera alors proportionnel à la tension continue appliquée sur l'entrée.
Ce type de commande sera continu, on peut aussi l'utiliser en tout ou rien en générant un "0" et un "1" correspondant chacun à une tension, donc à une position du palonnier de sortie.
Le potentiomètre peut être utilisé pour servir de contacts de fin de course. Pour ce faire, on coupe la piste résistive à l'endroit où on désire faire cesser la rotation.
Lorsque le servomécanisme tournera, le curseur viendra en contact avec la piste et le circuit électronique de commande sera prévu pour couper le moteur tout en autorisant son départ en sens inverse.



4 *Collection de palonniers, on peut les orienter par rapport au neutre.*



5 *Mécanique de servo EK MOTOR MODEL, une gravure du potentiomètre permet de fabriquer des contacts de fin de course*

## EXPLOITATION DES SORTIES

Les sorties de pratiquement tous les servos sont rotatives, les rares servos à sortie rectiligne ont pratiquement disparu du marché, on en trouvait chez GRAUPNER et LEXTRONIC. Ils permettaient d'avoir une sortie linéaire en fonction du signal d'entrée, donc un effort constant. Si cette formule vous tente, il existe chez KAVAN (MRC) un adaptateur à crémaillère...
Une grande variété de palonniers est proposée avec les servomécanismes, vous en trouverez de toutes formes. Simples, doubles, ou en disque, ils reçoivent des chapes de transmission avec ou sans rotule suivant les besoins.
Ces accessoires se trouvent sur les mêmes points de vente que les servos.
Attention, si une butée mécanique limite le débattement de l'organe commandé, l'impulsion peut commander un déplacement plus important que celui autorisé par la configuration mécanique. Il faut donc impérativement vérifier l'absence de butée ou, si un obstacle est prévu, on utilisera un "sauve servo" qui entre en service en cas d'effort trop important. Si un effort trop important est exercé, un ressort entre en service et limite l'effort du servomécanisme.
La source d'alimentation devra être assez puissante, les servomécanismes ont besoin d'une tension de 4,8 à 6V, avec une alimentation de 6V le couple et la vitesse sont plus élevés. Pensez au fait que plusieurs servos peuvent fonctionner simultané-

ment leur consommation s'ajoutera...
Ces quelques données vous ont permis d'avoir une meilleure connaissance sur ce que sont aujourd'hui les servomécanismes de radiocommande et, nous l'espérons, faciliteront votre choix.
Le servomécanisme conçu initialement pour la radiocommande trouve de nombreux emplois en dehors de ce champ d'application.
Économiques, précis, fiables et pratiques, ils fourniront un effort à la mesure de leur taille. Leur électronique est de plus en plus hybride, ce qui réduit malheureusement les possibilités d'intervention sur les circuits de commande. Très divers, ils sont proposés à tous les prix et n'hésitez pas à investir dans du matériel de marque si vous désirez un produit qui dure...
Les versions économiques vous permettront de vous faire la main sans trop investir et de passer plus tard la vitesse supérieure.

**E. LEMERY**

DIVERS

**QUELQUES SERVOS INTÉRESSANTS...**

**Catalogue LEXTRONIC**

*- Servomécanisme PROMODEL 348 F : 120 F 50g*
*- Version à 2 roulements : 199 F 50g*
*- Grande maquette, • PS 3802F 2 roulements : 103g, 8 kg/cm 290 F pignons métal*
*• PS-31212F 390 F*
*- Servomoteur analogique 476 F, 8kg/cm 180° 476 F*
*- Réducteurs : 70 F*
*- Moto-réducteur, boîte épicycloïdale : 199 F*

**Catalogue CONRAD**

*- Gamme de 9 servos HITEC HS 50 de 5,8g à 239 F seulement (Mécanisme et ampli de servo seuls)*

**Chez NEW POWER Modélisme**
**(Paris 11ème)**
**Tél. 01 40 09 77 54**

*- Ultra Pico Servo 5g : 180 F*
*- Servo Ultra Micro 9g : 160 F*

# ROUE À CODEUR INCRÉMENTAL

MÉCANIQUES

***Les robots mobiles se déplacent selon plusieurs principes : sur des pattes, sur des chenilles, mais le plus fréquemment sur des roues. Votre magazine "MICROS & ROBOTS" doit vous offrir les moyens techniques nécessaires aux réalisations robotiques. Loin de servir uniquement "d'outil" de locomotion, la roue sophistiquée intègre également le capteur de position. En électronique, la robotique s'assimile à un art où chacun donne à sa création un peu de lui-même. La roue, dont nous vous proposons la description, se veut non seulement originale et jolie, mais ne vous coûtera pas plus d'un ou deux euros symboliques. En effet, vous la réaliserez à partir de deux CD ROM généreusement offerts à des fins publicitaires.***

## RAPPEL SUR LES PRINCIPES DE CODAGE

Un déplacement simple ne retourne aucune information sur la situation précise du mobile. Lorsque deux moteurs tournent simultanément (gauche et droit) afin de mouvoir un robot, la logique des choses laisse penser que deux actions identiques produisent le même effet.

Or, la pratique nous démontre souvent le contraire. L'imprécision de construction des moteurs ou des trains d'engrenages engendre des différences de vitesses ou des "durs" mécaniques générateurs de disparités. Le comptage du temps de fonctionnement n'assure plus une précision suffisante.

La solution à nos problèmes consiste à faire tourner, sur le même axe que notre roue, un capteur nous informant de sa position ou de sa progression. Si la rotation se limite à quelques tours, l'emploi d'un potentiomètre simple ou multitours se justifie parfaitement (comme sur un servomécanisme de modélisme). Le cas qui nous préoccupe ne s'accommode pas de ce composant car la roue peut tourner sur de longs parcours.

Le capteur s'appelle ici un codeur et travaille en liaison avec une, ou plusieurs cellules, à base de phototransistors et de LED. Le disque de codage comporte des parties fortement réfléchissantes et des zones d'un noir mat qui absorbent la lumière. Il existe des disques à codage binaire retournant la position de la roue sur plusieurs bits, la précision atteint le degré et demi pour huit bits. Notre roue comporte un codeur incrémental.

Le principe reste le même, car la lumière d'une LED se reflète sur un disque, partiellement occulté par un cache découpé en zones régulières, pour atteindre un phototransistor. La différence réside dans le fait que nous travaillons sur une seule cellule. Le retour de l'information ne renseigne plus sur la position précise, mais permet de connaître à tout instant la progression de la roue en envoyant une suite d'impulsions (12 par tour).

## LA RÉALISATION

La première opération consiste à coller le cache noir sur un CD ROM du côté réfléchissant afin de le transformer en codeur incrémental. La **figure 1** donne le patron de la découpe à effectuer. La méthode diffère selon le matériau utilisé ; le papier "Canson" se taille avant le collage, alors que le plastique adhésif de type "Vénilia" se colle avant, les découpes se réalisent ultérieurement à la lame. Quel que soit le principe retenu, il suffit de juxtaposer parfaitement le patron photocopié, après élimination des secteurs blancs et du centre, puis de tracer sur le cache.

Il convient maintenant de confectionner les flasques des moyeux dans des chutes de fibre époxy pour circuits imprimés suivant le dessin de la **figure 2**. Chaque roue en comporte deux. Percez les trois trous de 3 mm de diamètre en périphérie. Le centre doit laisser passer l'axe de rotation de la roue. Sur notre maquette, le trou fait 3 mm de diamètre. Vous devez souder, à plat sur la face cuivrée d'une des flasques, un écrou en laiton de 3 mm alésé à ce diamètre centré par une vis serrée provisoirement. Sur l'autre flasque, soudez une borne de domino électrique de 6 mm² de section, tenue debout par une vis de 3 mm et son écrou le temps de la soudure.

Prenez garde à ne pas souder les vis sur leur filetage ! La borne de domino remplace avantageuse-

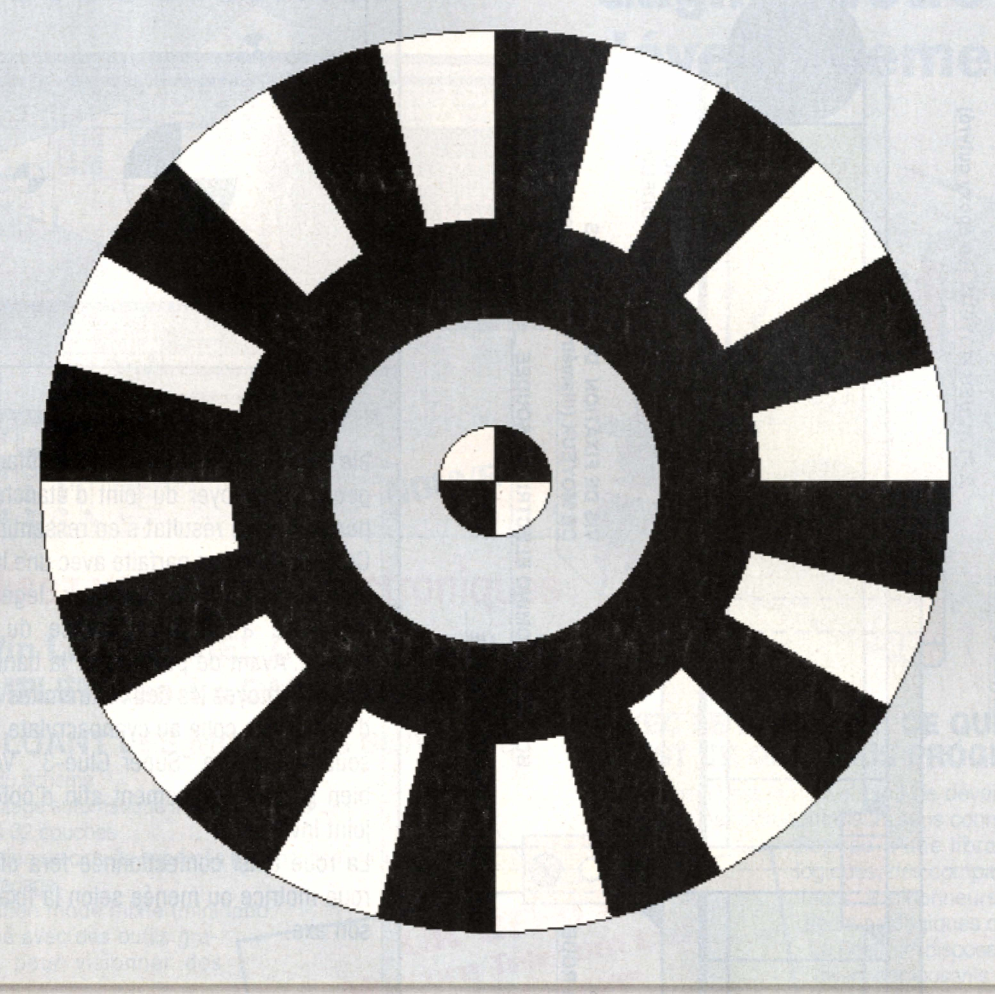


**FIGURE 1**

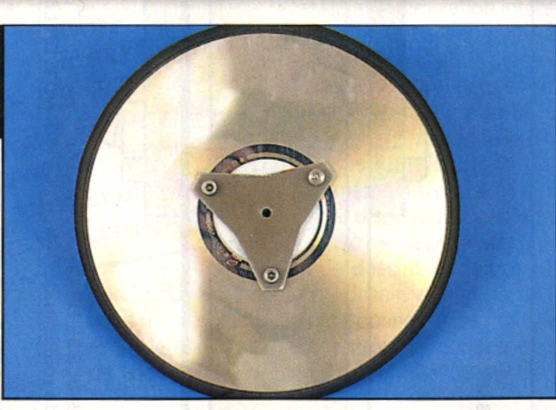
*Dessin du codeur incremental*

ment la bague d'arrêt et permet le blocage de la roue sur son axe à l'aide des deux petites vis pour un coût dérisoire.

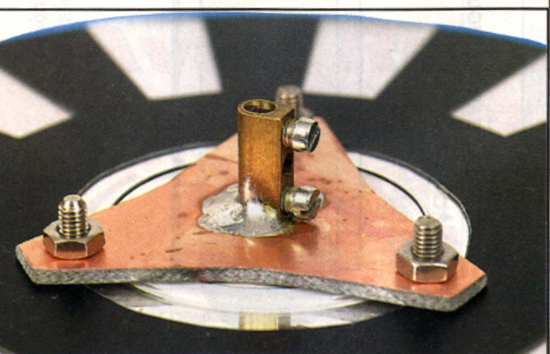
Vous devez aussi tailler, dans une feuille de carton plume ou de balsa de 5 mm d'épaisseur, un second cercle de 115 mm de diamètre. Ce dernier donne du volume et de la rigidité à la roue.

A ce stade, il suffit d'assembler, par collage et à l'aide des trois vis, le CD ROM non modifié, le disque entretoise en carton plume (ou en balsa), le CD ROM servant de codeur et les deux flasques, selon le plan de la **figure 3**. Il faut travailler soigneusement et éviter que les différentes pièces bougent lors du perçage des trois trous destinés au passage des vis de fixation. Accordez la plus grande attention au centrage de l'axe au travers des différentes pièces ; de ce travail dépend la régularité de rotation de la roue. Gardez la face réfléchissante à l'extérieur pour une meilleure finition.

Le bandage de roulement est fabriqué au moyen de joint, de section ronde, en mousse de caoutchouc de 5 mm de diamètre. Ce produit se trouve, notamment, au magasin "BHV" de Paris, gageons qu'il soit possi-



*L'aspect extérieur de la roue*



*Opération de soudure d'une borne domino électrique de 6 mm² de section*

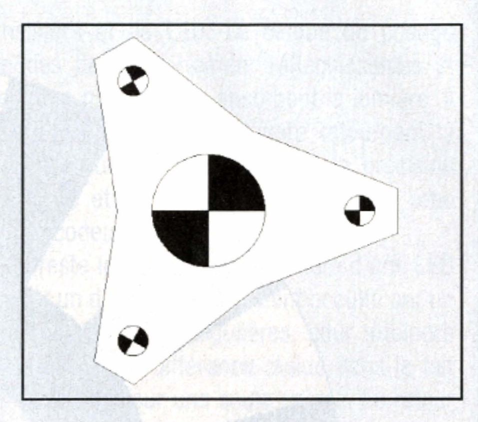


**FIGURE 2** Dessin d'une flasque

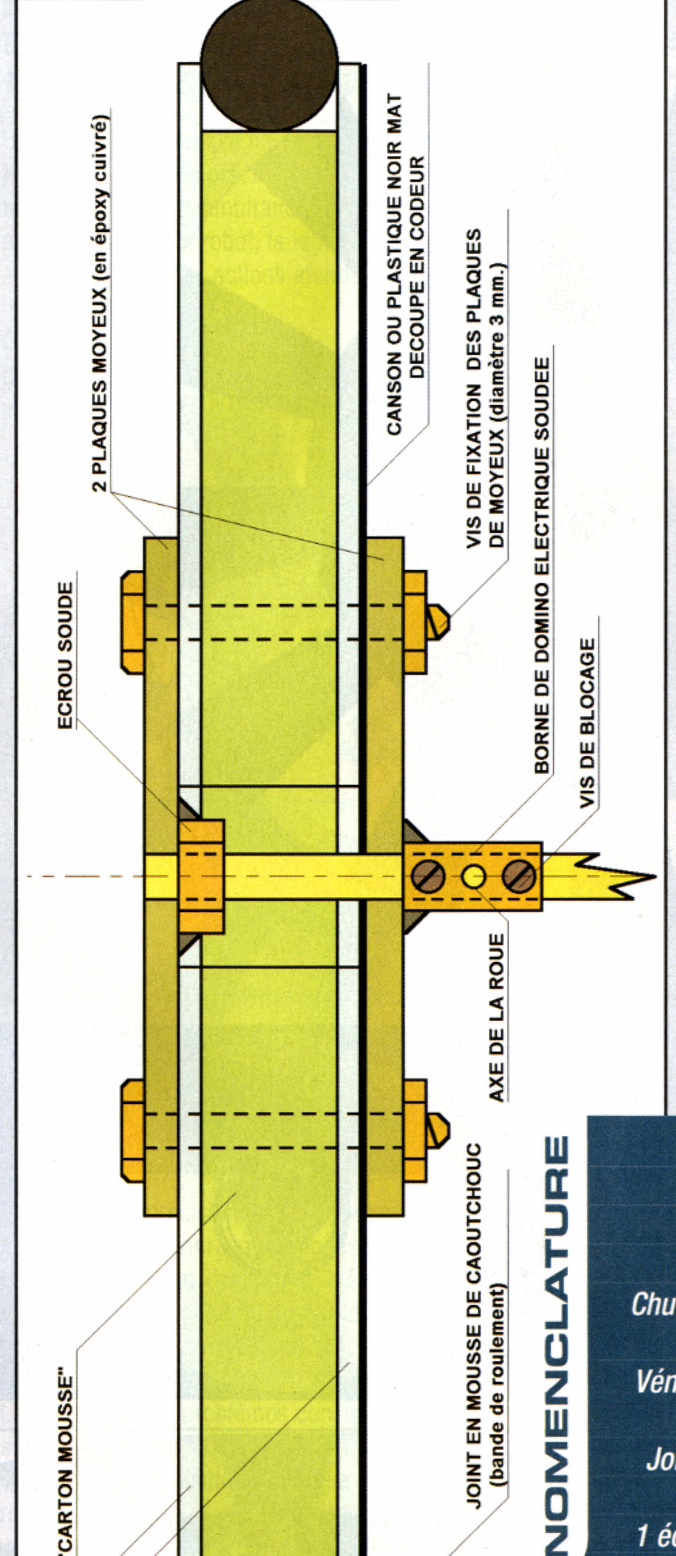



**FIGURE 3** Coupe générale de la roue assemblée

ble de s'en procurer ailleurs ; à défaut, vous pourrez employer du joint d'étanchéité de porte, mais le résultat s'en ressentira.

Coupez, de façon parfaite avec une lame de cutter neuve, une longueur légèrement inférieure à la circonférence du cercle interne. Avant de positionner la bande à sa place, jointoyez les deux extrémités à l'aide d'une bonne colle au cyanoacrylate vendue sous le nom de "Super Glue-3". Veillez à bien garder l'alignement afin d'obtenir un joint invisible.

La roue ainsi confectionnée fera office de roue motrice ou menée selon la fixation de son axe.

Y. MERGY

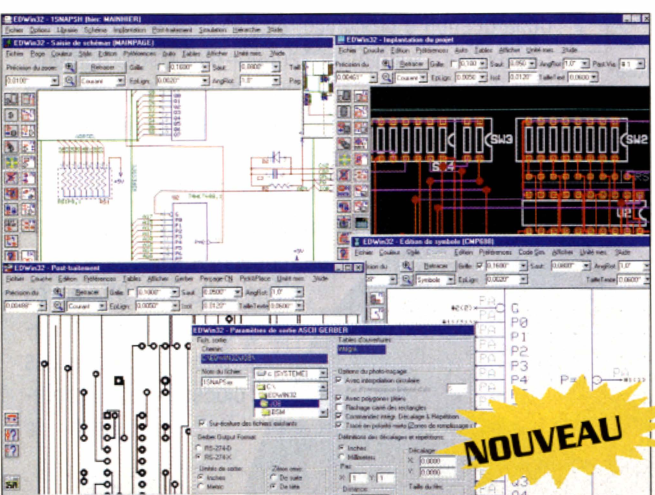
## NOMENCLATURE

### Liste des fournitures pour une roue

*2 CD ROM*
*Chutes de plaques de circuits imprimés (époxy cuivrée de 5x10 cm)*
*Vénilia ou papier "Canson" noir mat de 12x12 cm (voir texte)*
*Joint rond en mousse de caoutchouc (voir texte)*
*1 écrou en laiton de 3 mm de diamètre*
*3 vis, écrous et rondelles de 3 mm de diamètre*
*1 axe de 3 mm de diamètre*
*Adhésif*
*Colle Super Glue-3*

**Nouveau sur le site mercuretelecom.com : le langage C pas à pas comme logiciels de programmation pour PIC, cartes à puces, programmateurs, etc.**

# EDWin XP2000 professionnel




## Réalisez vos cartes électroniques

### EDWin LE LOGICIEL DE CAO LE PLUS COMPLET 2 en 1 = CAO + SIMULATION

### INCLUANT LES MODULES SUIVANTS :

- Saisie du schéma
- Autoroutage automatique (Arizona) ou manuel
- Jusqu'à 32 couches
- Fabrication de circuits imprimés (typons, fichier Gerber, Excelon)
- Phototraçage
- Simulation mode mixte (mini labo embarqué avec des outils graphiques pour visionner des signaux)
- Simulation Ed Spice moteur Spice pour professionnels avertis (transformé de Fourrier-Pôles Zéro, fonctions de transfert)
- Simulation thermique, véritable météo de la carte outil indispensable poour dimensionner vos circuits (radiateurs, ventilation)
- Simulation électromagnétique : définition champ magnétique de la carte au niveau de chaque broche de chaque composant
- CEM + intégrité du signal (tests CEM, génération de graphes, de courbes)
- EDCOMX (générateur de modèle Spice - véritable outil de développement car vous programmez vos propres outils de simulation) programmation en C++ et intégration de vos DLL via Windows dans Spice pour professionnels avertis

## LA SOLUTION POUR BATIR ET DEVELOPPER VOS PROJETS

**Reconnu par l'Education nationale, CNRS, Grandes Ecoles et Industries**

**NOUVEAU OFFRE SPECIALE AVRIL-MAI 2002**

| | |
|---|---|
| EDWin XP2000 pack amateur à partir de | 408 € TTC |
| EDWin XP2000 pro à partir de | 3530 € TTC |
| Mise à jour EDWin 32 NC vers EDWin XP2000 NC | 300 € TTC |
| Mise à jour EDWin XP2000 PRO | 860 € TTC |

# Realizer®

## Gagnez votre temps de développement !

NOUVEAU

### AVEC LE REALIZER® CE QUE VOUS DESSINEZ C'EST CE QUE VOUS PROGRAMMEZ

Le Realizer® est le nouvel outil de développement le plus simple pour programmer les microcontrôleurs sans connaître la programmation. Le Realizer® dispose d'une librairie de composants : des portes logiques, des comparateurs, tables de valeurs, soustracteurs, additionneurs, mémoires, compteurs, convertisseurs analogiques digitales, timers, multiplexeurs, etc. Le Realizer® dispose d'outils graphiques pouvant relier les divers composants comme des fils, des graphes pour les tests et la simulation interactive ainsi quand vous aurez terminé votre schéma, le Realizer® le transforme en code car à chaque composant correspond un code, ce qui a pour conséquence une réduction du temps de programmation de 80% par rapport à la programmation traditionnelle car vous ne vous occupez pas des initialisations des entrées-sorties, timers, mémoires registres et toutes les déclarations, etc. Il dispose d'une interface utilisateur intuitif qui utilise des représentations graphiques, les vérifications des règles de dessins en temps réel. L'attention maximale est portée sur le système du dessin et non sur les détails du microcontrôleur, vous n'avez plus besoin de connaître les registres du microcontrôleur. Actuellement, les microcontrôleurs concernés sont ceux des familles SGS de Thomson les ST6X-ST7X et MICROCHIP les PIC 16 bits, PIC 14 bits, PIC 12B, etc.

**UK OFFICE**
Mercure Telecom Ltd
Ashford House
County square
Ashford TN231YB
Phone : 0 12 33 638 308
Fax : 0 12 33 664 169
www.mercuretelecom.com
softwares for electronic design and electronic computing

## Avec Realizer®, vous dessinez, il programme, vous simulez

| | |
|---|---|
| Realizer pour ST6/ST7 : 455 € TTC | Starter kit pour ST 7 : 274 € TTC |
| Realizer Pro Silver à partir de | 1065 € TTC |
| Realizer Pro Gold à partir de | 1900 € TTC |

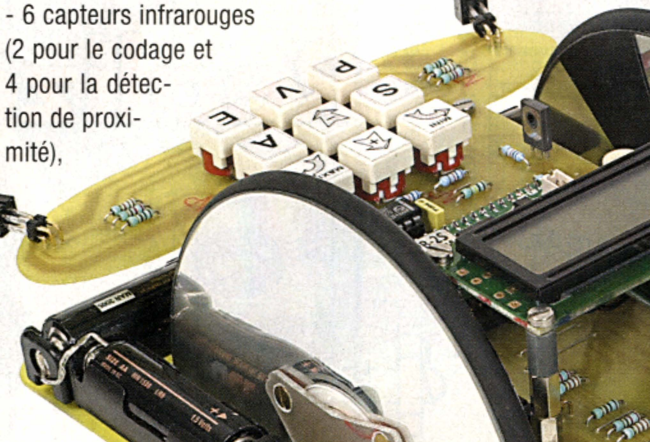
*MERCURE TELECOM* **ZA de l'Habitat Bat N°6 - BP 58 - Route d'Ozoir 77680 Roissy-en-Brie**
Tél. : 01 60 18 16 20 - 01 64 40 49 10 Fax : 01 64 40 49 18 e-mail : edwin@mercuretelecom.com Internet : www.mercuretelecom.com

# ROBOT MOBILE PROG

***Votre magazine vous propose, ce mois-ci, l'étude d'un robot performant, capable de rivaliser avec des modèles commerciaux bien plus onéreux. Sa programmation, simplifiée par l'emploi d'un langage évolué, et sa grande capacité de mémoire permettent d'envisager des comportements dictés par une forme d'intelligence artificielle. Les châssis, élaborés à base de circuits imprimés, rendent la réalisation mécanique pratiquement inexistante et d'un coût dérisoire. L'électronique articulée autour d'un microcontrôleur récent, de la société COMFILE®, le PICBASIC-2S, ne requiert que très peu de composants périphériques pour des performances habituellement difficiles à atteindre en robotique de loisirs.***

## CARACTÉRISTIQUES ET POSSIBILITÉS

- 2 moteurs à CC jumelés avec réducteurs de vitesse mécaniques intégrés,
- Roues de grand diamètre à codeur incrémental à très faible coût,
- 6 capteurs infrarouges (2 pour le codage et 4 pour la détection de proximité),



- Clavier à 9 touches pour les commandes et la programmation des déplacements,
- Buzzer piézo pour les bruitages et la musique,
- Alimentations, commande et puissance séparées (1 pile de 9V et 4 piles 1,5V),
- Affichage en temps réel sur écran LCD de 2 x 16 caractères,
- Aucune pièce mécanique de châssis à réaliser,
- Les 2 circuits imprimés découpés servent de châssis rigide,
- Fonctionnement autonome,
- De 1 à 1000 déplacements programmables directement par le clavier du robot,
- Technologie récente : µC PICBASIC-2S programmable en BASIC.

## SCHÉMA DE PRINCIPE

Le schéma de principe de la **figure 1** montre clairement le microcontrôleur central, le PICBASIC-2S* de la société COMFILE®, entouré d'un nombre réduit de composants.

Ce µC ($CI_1$) reprend le principe du BASIC STAMP de chez PARALLAX® mais présente des possibilités plus étendues (plus de lignes d'E/S, 8 entrées AN, 8 Ko de EEPROM, 1 ligne dédiée à l'afficheur LCD, etc.). Le langage Basic intégré offre, lui aussi, de plus grandes performances avec la commande directe de servomécanismes, de l'affichage LCD, des interruptions, de la gestion d'un clavier, etc.

Les lecteurs souhaitant acquérir plus d'informations, peuvent se reporter au n°263 d'Électronique Pratique ou contacter la société LEXTRONIC, distributeur du produit.

Quatre piles de 1,5V alimentent la partie puissance. La partie commande fonctionne sous 5V à partir d'une pile de 9V, après régulation par $CI_4$ et filtrage par $C_1$, $C_2$, et $C_3$. Les diodes $D_1$ et $D_2$ protègent le robot contre les inversions de polarité. Le double interrupteur $S_1$ isole la totalité du montage en une seule manœuvre.

La touche RST et la résistance $R_{11}$ forment le circuit d'initialisation manuelle.

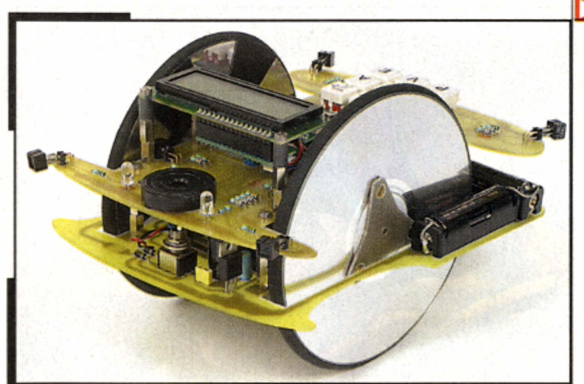
L'afficheur LCD de 2 lignes de 16 caractères intègre un petit circuit convertisseur série/parallèle. Il ne comporte que trois fils : les deux lignes de l'alimentation, découplée par le condensateur $C_5$, et le signal de commande géré par la sortie "PICBUS" du µC. Le clavier à 9 touches adopte le principe du pont diviseur, la mesure de la tension s'effectue sur l'entrée analogique "I/O0". Chaque touche actionnée court-circuite un certain nombre de résistances ($R_2$ à $R_9$) et change ainsi la valeur de la tension positive acheminée par la résistance $R_1$.

Six optocoupleurs infrarouges réflectifs ($OP_1$ à $OP_6$) servent pour les 4 détecteurs de proximité et pour les 2 capteurs d'impulsions chargés de mesurer la rotation des roues. Ils fonctionnent selon le même schéma. La sortie "I/01" commande le transistor $T_1$, employé pour illuminer simultanément les 6 LED des optocoupleurs et celle de visualisation via les résistances de limitation $R_{24}$ à $R_{30}$. Les phototransistors intégrés, polarisés positivement au repos par les résistances $R_{12}$ à $R_{17}$, deviennent passants en cas de réception du faisceau lumineux et font passer les entrées logiques "I/02; 3; 16; 17; 21; 22" à l'état bas à travers les résistances $R_{18}$ à $R_{23}$.

**FIGURE 1**

*Schéma de principe général.*

Le circuit $CI_2$ gère la commande des deux moteurs de propulsion. Celui-ci comporte 2 ponts en "H" capables de piloter des charges de 4A. La validation de chaque pont, donc la mise en service de chaque moteur, est assurée par les sorties "I/012 et "I/013". Les sorties "I/010" et "I/011" imposent le sens de rotation de chacun d'eux en fonction de leurs niveaux logiques. Les portes "NON-ET" N1 et N2 inversent le signal de chaque demi-pont. Le réseau de résistances $RES_1$ maintient au niveau bas toutes les entrées de $CI_2$ au repos. Les diodes $D_3$ à $D_{10}$ protègent les transistors de sortie, intégrés au



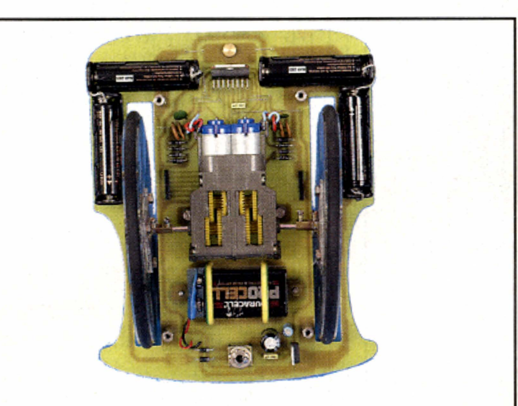
*Fière allure pour ce robot.*

circuit $CI_2$, durant la procédure d'arrêt. Les condensateurs $C_8$ à $C_{13}$ évitent les perturbations parasites engendrées par les moteurs.

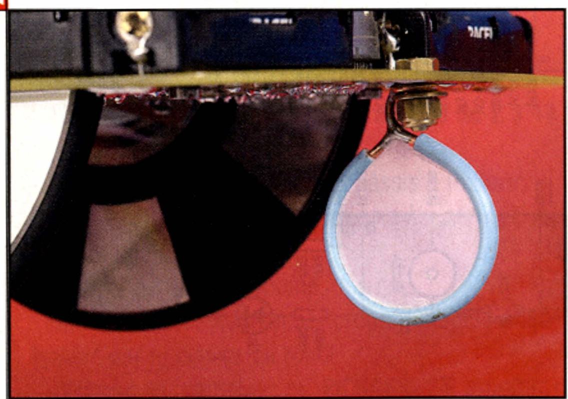
*Le circuit supérieur supporte l'afficheur, le PIC BASIC et le clavier.*



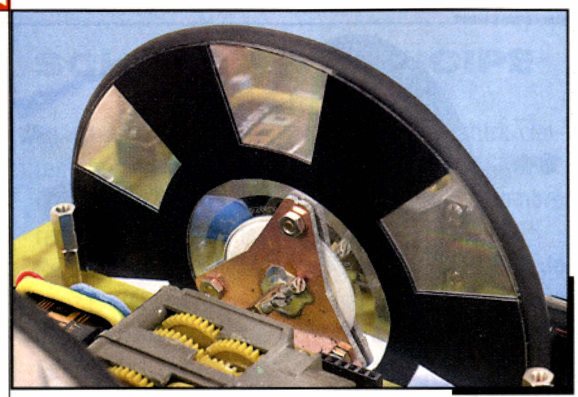

*On aperçoit ici le kit réducteur de vitesse à deux moteurs.*



*Réalisation de l'élément stabilisateur.*



*Mise en place de la roue sur l'axe moteur.*



Le buzzer piézo raccordé à la sortie "I/020" se charge de tous les bruitages qui donnent plus de vie à notre robot. Les LED $L_1$ et $L_2$, reliées respectivement aux sorties "I/018" et "I/019" via leurs résistances de limitation $R_{32}$ et $R_{33}$, animent la maquette dans la pénombre.

Deux connecteurs à 6 broches assurent les liaisons entre les deux circuits imprimés et évitent, ainsi, tout câblage supplémentaire. L'un comporte les tensions d'alimentation et l'autre les signaux de commande.

## RÉALISATION ÉLECTRONIQUE

Les dessins des circuits imprimés sont donnés aux **figures 2** et **3**. Le transfert des typons est réalisé par la méthode photo pour respecter les largeurs de pistes et obtenir la qualité d'exécution optimale. Les plaques sont ensuite gravées dans un bain de perchlorure de fer, puis percées avec un foret de 0,8mm de diamètre. Beaucoup de trous doivent être alésés à des diamètres supérieurs, en fonction de la taille des composants et des éléments de fixations. Ne percez pas les pastilles des connecteurs à 6 broches de la platine de commande, car ils doivent être soudés sur la face cuivrée du circuit. Procédez ensuite aux découpes de mise en forme des circuits. Sur la platine de motorisation, vous devez pratiquer des évidements pour les passages des 2 roues et pour le logement de la pile de 9V.

Les **figures 4** et **5** vous dictent l'implantation des composants. Soudez, tout d'abord, les straps : 12 sur le circuit de commande et 9 sur l'autre. Poursuivez dans cet ordre : les résistances, les diodes, les supports de circuits intégrés, les connecteurs, le réseau de résistances, les condensateurs au mylar et céramique, le buzzer piézo, le transistor, les touches, les LED, le régulateur, le circuit $CI_2$, les condensateurs chimiques, l'interrupteur S et le connecteur de pile de 9V. Attention, le support de $CI_1$ est confectionné à l'aide de 2 barrettes de 17 broches femelles sécables de type "HE14", comme les 2 connecteurs à 6 broches reliant les 2 platines et non avec les supports habituels de type tulipe. La prise de programmation du PICBASIC-2S peut être doublée et câblée sur la platine de commande, car celle d'origine supporte mal les déconnexions multiples, mais l'opération est délicate et facultative ! Il faut employer 3 broches de barrette sécable mâle/mâle droite ; le connecteur de l'afficheur LCD est identique.

Soudez les optocoupleurs au bout de connecteurs

de type “HE14” mâles coudés. Les 2 capteurs servant à compter les impulsions de déplacement ne doivent pas s’engager au-dessus des fentes de passage des roues. Réduisez les pattes des capteurs et des connecteurs à quelques millimètres pour parvenir à vos fins. Observez bien l’orientation des optocoupleurs et ne les surchauffez pas.
Collez et soudez les supports de piles de 1,5V en veillant aux polarités. Il arrive malheureusement que les ressorts offrent une certaine résistance électrique. Aussi faible soit-elle, elle engendre une perte de puissance des moteurs et vous devrez y remédier au moyen de fils souples dénudés, comme sur les photos de la maquette.

***Réalisation du clavier à l’aide de touches pour circuit imprimé à contact “travail”.***

## RÉALISATION MÉCANIQUE

Comme nous vous l’avons précisé auparavant, le travail de mécanique est pratiquement inexistant. Toutefois, le support de pile de 9V est confectionné de toutes pièces, très simplement, afin d’éviter d’avoir recours à un modèle du commerce difficile à trouver. Une fois la découpe du circuit imprimé effectuée, soudez, de part et d’autre, 2 écrous de 3 mm de diamètre en laiton. Réalisez un cache en plastique de la taille de la pile augmentée de 2 oreilles destinées à recevoir les vis de fixation dans les 2 écrous soudés. Positionnez une pile dans le logement et mettez en forme deux cavaliers de fil de câblage rigide de 2,5 mm2 de section pour la maintenir. Soudez les cavaliers à leur place, au-dessus de la pile, en les dénudant sur quelques millimètres.
La réalisation des deux roues a fait l’objet d’un précédent article. Pour information, sachez qu’elles se composent chacune de deux CD ROM, de 2 flasques découpées dans des chutes de circuit imprimé, d’une broche de domino de 6mm2, d’adhésif noir mat de type “Vénilia” pour créer les secteurs non réfléchissants et d’un morceau de joint

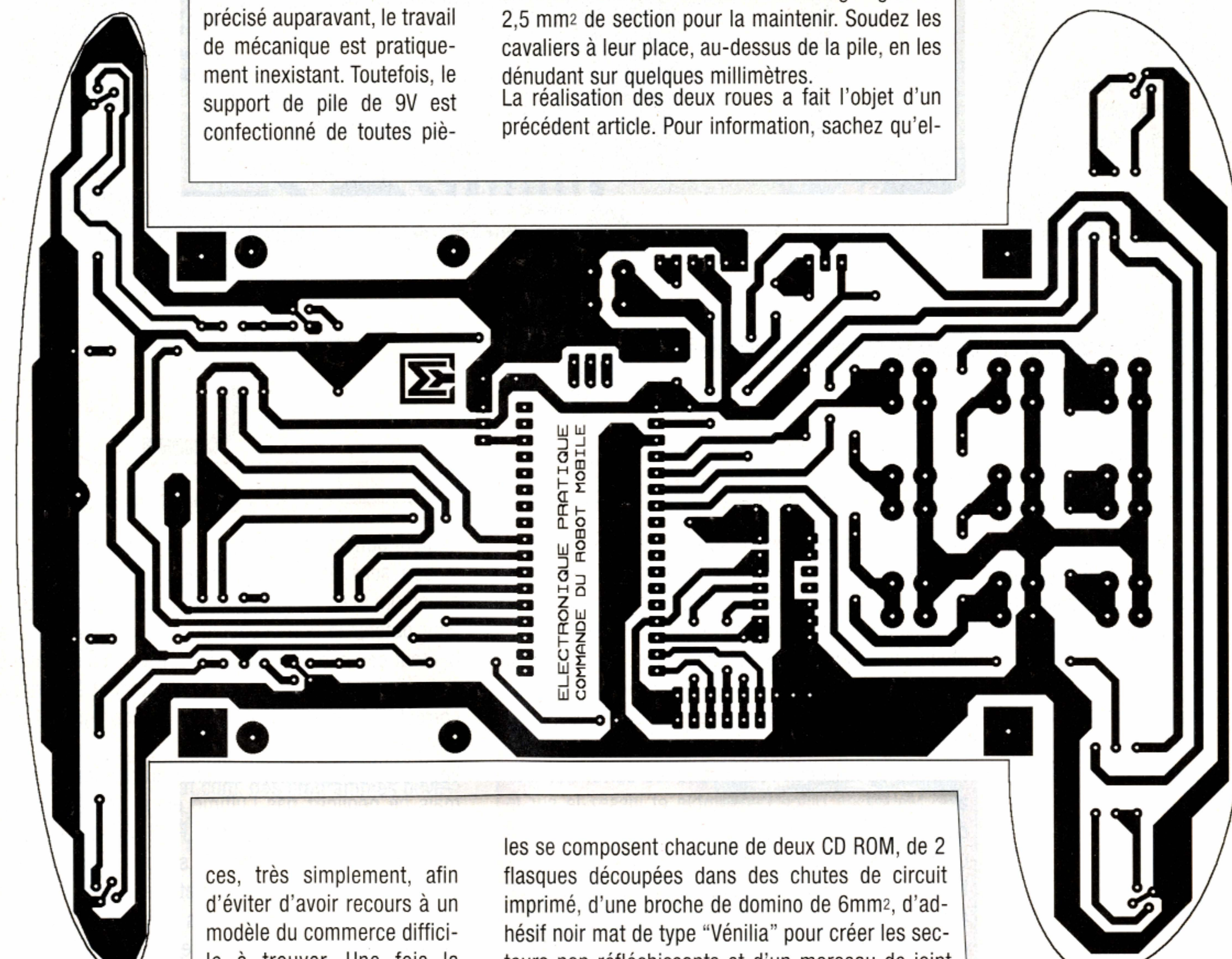



**FIGURE 2**
***Tracé du circuit imprimé du module supérieur.***

**FIGURE 3**
***Tracé du circuit imprimé du module inférieur.***

en mousse de caoutchouc servant de bande de roulement. Il convient de réduire le nombre de secteurs de 12 à 6 afin d'obtenir un comptage bien franc.

La pose de la motorisation demande un certain soin. Montez le kit et la boîte de vitesse avec un facteur de réduction de 1/203. Les pignons demandent un graissage minutieux pour éviter une usure prématurée.

Positionnez les deux roues sans les serrer sur leur axe. Mettez en place l'ensemble et vissez-le sur le circuit imprimé. Ajustez la position des roues afin d'éviter tout frottement sur les bords lors de la rotation à la main, sans forcer, puis bloquez-les sur les axes.

Après un contrôle final des circuits, montez l'afficheur LCD à l'aide d'entretoises pour obtenir une hauteur suffisante et raccordez son connecteur dans le bon sens. Vissez, également, les deux platines ensemble avec un empilement d'entretoises filetées pour obtenir le bon espacement correspondant à la hauteur des barrettes sécables "HE14" mâles hautes à double isolant. Veillez au raccordement électrique correct des deux platines entre les connecteurs à 6 broches.

Vous êtes certainement satisfait du résultat obtenu, mais ne négligez pas l'ultime étape de vérification avant d'implanter le précieux PICBASIC-2S sur son support. Les broches vides du support peuvent vous servir à mesurer les tensions et à envoyer un signal haut ou bas pour actionner les moteurs ou les LED. Attention aux courants statiques lors de la mise en place du µC.

## PROGRAMMATION

Votre robot ne demande qu'à vivre, pour cela vous devez l'instruire en chargeant sa mémoire, à partir d'un PC, avec de nombreux octets.
Votre kit complet PICBASIC-2S comprend un câble pour port parallèle, un CDRom contenant le logiciel PICLAB et une notice détaillée en français élaborée par la société LEXTRONIC.
Nous mettons gratuitement à votre disposition, sur notre site Internet eprat.com, des programmes développés par nos soins pour ce robot. Conformez-vous aux instructions de la notice pour charger l'un d'eux en mémoire du µC.

### TESTS.BAS

Ce programme teste individuellement toutes les fonctions du robot à votre demande à partir des 9 touches, avec affichage LCD en temps réel (Flèche haute = marche avant ; Flèche basse = arrière ; Flèche gauche = virage à gauche ; Flèche droite = virage à droite ; P = mesure des impulsions sur rotation manuelle des roues ; E = détection d'obstacles ; S = bruitage. La touche A retourne au menu).

**FIGURE 4**
*Implantation des éléments.*

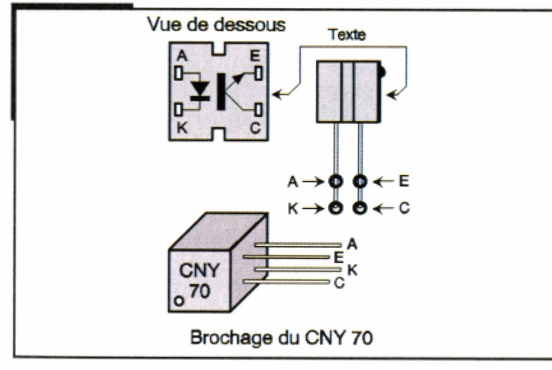
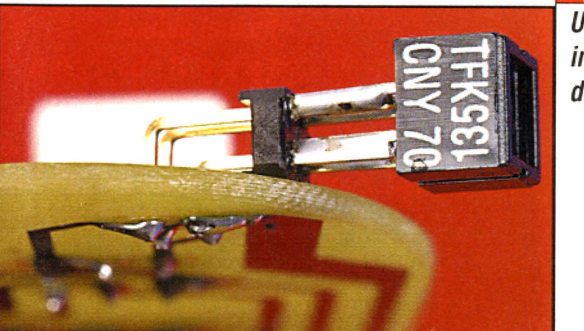



**FIGURE 4A**
*Brochage du CNY70*




*Un des quatre capteurs infrarouges pour la détection de proximité.*

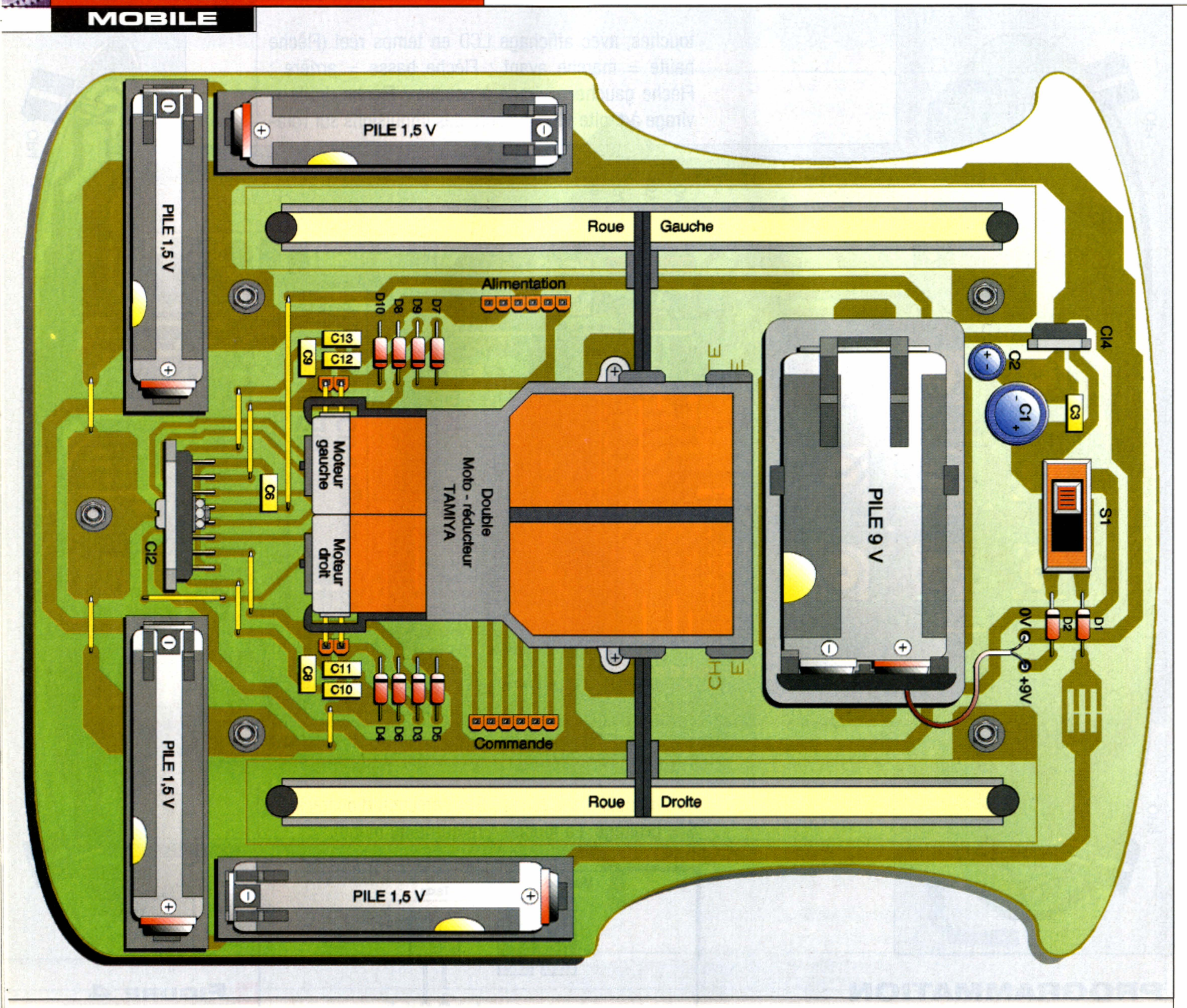



**FIGURE 5** *Implantation des éléments..*

## PBROBOT.BAS

Ce programme très complet autorise un cycle de 1 à 1000 actions saisies sur le clavier du robot. L'afficheur LCD visualise, en temps réel, toutes les informations.

Il fonctionne selon 4 modes : programmation, exécution, liste et démonstration.

En mode programmation, 5 touches donnent les déplacements, les distances, la musique, "V" sert à la validation et "E" sort de ce mode. En phase d'exécution, vous avez le choix entre un bouclage permanent du cycle jusqu'à la rencontre d'un obstacle ou son déroulement simple.

Le mode liste permet de lire, pas à pas, le programme sur l'afficheur LCD, la touche "A" retourne au menu. Le mode démonstration vous offre un petit aperçu de ses capacités jusqu'à la rencontre d'un obstacle (délibéré ou accidentel !).

Chacun de ces programmes, écrit dans le Basic spécifique du PICBASIC-2S, utilise volontairement les mêmes variables et, souvent, les mêmes routines. Des titres et commentaires judicieusement placés facilitent leur compréhension.

Voici la description sommaire de quelques ordres particuliers utilisés pour le robot :

- SET PICBUS HIGH : Configuration de la communication avec l'afficheur LCD à 19200 bauds.
- LCDINIT : Instruction obligatoire en début de programme pour initialiser l'affichage.
- CSROFF : Curseur de l'affichage désactivé.
- LOCATE 0,1 : Positionnement du curseur sur le pre-

mier caractère de la seconde ligne.
- PRINT "MICROS ET ROBOTS" : Affiche le texte "MICROS ET ROBOTS".
- OUT BUZ : Force la sortie BUZ, "I/020" ici à zéro.
- TOUCHE=ADKEYIN(CLAV) : Attribue la valeur de la touche actionnée à la variable "TOUCHE" (de 1 à 9, ou 0 si aucune touche n'est actionnée).
- EEWRITE ADM,DIRP : Écrit la valeur de la variable "DIRP" en EEPROM à l'adresse "ADM".
- DIRP=EEREAD(ADE) : Place le contenu de l'adresse "ADE" dans la variable "DIRP".

Observez une petite astuce souvent employée dans ces programmes. La façon de s'assurer que l'action sur une touche est bien terminée et que le doigt a été levé avant d'appuyer à nouveau, éventuellement sur la même touche.
Voyez, par exemple, le programme "PBROBOT.BAS" dans la routine d'incrémentation d'un tour de roue à partir de la ligne numérotée "172". En étudiant ce programme, vous découvrirez peut-être d'autres subtilités et, notamment, la manière de programmer des tâches multiples (clignotement de LED, bruitage et lecture des touches simultanément, à partir de la ligne "12").
Nous ne pouvons en décrire davantage dans cet article, mais nous aurons certainement l'occasion de vous proposer d'autres réalisations à base du PICBASIC-2S. Sa facilité de mise en œuvre et l'étendue de ses possibilités en font un produit attrayant et sûr.

(*) Le µC PICBASIC-2S seul, le kit (incluant la notice française, un module PICBASIC-2S, le câble de programmation, le CDRom contenant le logiciel PICLAB de programmation et d'édition) et l'afficheur sériel LCD seul sont disponibles auprès de la société LEXTRONIC, distributeur des produits COMFILE® en région parisienne et par VPC.
ATTENTION ! Le logiciel PICLAB se trouve actuellement limité aux versions 95, 98 et ME de Windows ; la mise à jour vers la version XP est actuellement en cours de développement.

Y.MERGY

## NOMENCLATURE

*Résistances 5% à couche métal de préférence*
*$R_1$ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)*
*$R_2$ à $R_{11}$ : 10 kΩ (marron, noir, orange)*
*$R_{12}$ à $R_{17}$ : 33 kΩ (orange, orange, orange)*
*$R_{18}$ à $R_{23}$ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)*
*$R_{24}$ à $R_{29}$ : 100 Ω (marron, noir, marron)*
*$R_{30}$, $R_{31}$ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)*
*$R_{32}$, $R_{33}$ : 680 Ω (bleu, gris, marron)*
*$RES_1$ : réseau de 8 x 10 kΩ*
*$C_1$ : 1000 µF/16V électrochimique à sorties radiales*
*$C_2$ : 10 µF/16V électrochimique à sorties radiales*
*$C_3$ à $C_7$ : 100 nF mylar*
*$C_8$ à $C_{13}$ : 47 nF céramiques*
*$CI_1$ : PICBASIC-2S (LEXTRONIC voir texte)*
*$CI_2$ : L298N*
*$CI_3$ : CD4093*
*$CI_4$ : 7805*
*1 afficheur LCD réf. ELCD 162 (LEXTRONIC voir texte)*
*$OP_1$ à $OP_6$ : CNY70*
*$T_1$ : BD678*
*$D_1$ à $D_{10}$ : 1N4007*
*$L_1$ à $L_3$ : LED 5mm (haute luminosité de préférence)*
*10 touches pour circuit imprimé à contact travail*
*1 support de circuit intégré à 14 broches*
*1 buzzer piézo*
*4 supports de piles de 1,5V pour circuit imprimé*
*1 connecteur de pile de 9V*
*$S_1$ : commutateur double à bascule*
*58 broches de barrette sécable femelle type HE14*
*12 broches de barrette sécable mâle type HE14 haute à double isolant*
*6x2 doubles broches de barrette sécable mâle double coudée type HE14*
*6 broches de barrette sécable mâle/mâle*
*1 kit réducteur de vitesse à 2 moteurs TAMIYA (SELECTRONIC réf. 22.8530-1)*
*2 roues constituées de CDRom (voir texte)*
*2 écrous en laiton de 3mm*
*Visserie de 3mm avec entretoises filetées*

# TÊTE HUMANOÏDE

*Cette réalisation va nous entraîner vers les robots à forme humaine. La réalisation d'un robot humanoïde est le but ultime de tous les roboticiens, qu'on se l'avoue ou pas. Mais ce n'est pas encore pour demain. En attendant, on peut participer à la recherche dans ce domaine en partant d'une forme simplifiée de tête humaine. Les différents mouvements de cette tête, associés à certains capteurs, permettront de réfléchir et de comprendre le rôle et l'importance des rictus et autres simagrées.*

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La réalisation d'un robot humanoïde passe par l'étude d'une partie essentielle des rapports entre humains, les expressions du visage. Plusieurs laboratoires de robotique japonais et américains ont axé leur recherche sur ce sujet (exemple : le robot Kismet du MIT). La complexité de l'étude est immense, depuis les différents mouvements des muscles à leur association pour donner une expression précise, en passant par la synchronisation de la bouche sur un message parlé.

La réalisation que nous vous proposons est une base de départ pour progresser. Elle correspond à une tête réalisée en aluminium sur un socle contenant le module électronique. La carte est reliée à un PC pour piloter la tête.

Pour commencer, nous vous proposons quatre mouvements de base de cette tête :

- La rotation à droite et à gauche,
- Hocher la tête de haut en bas,
- Mouvement de la bouche,
- Rotation latérale des deux yeux ensemble.

Chaque mouvement est réalisé par un servo de modélisme. La carte électronique est prévue pour en piloter deux de plus. 4 entrées analogiques permettent d'interfacer des capteurs linéaires de type photorésistance ou phototransistor. Des entrées/sorties logiques permettent d'utiliser des capteurs intelligents.

Parmi les améliorations simples, on pense à la réalisation de sourcils ou de lèvres. Imaginez maintenant deux LED bleus faisant office d'yeux métalliques et le mythe du Terminator peut prendre forme.

La carte dispose d'une zone pastillée pour tester vos propres idées.

## SCHÉMA ÉLECTRONIQUE

Le schéma électronique (**figure 1**) détaille un montage assez clair, le microcontrôleur PIC 16F873 étant le cœur du circuit. On utilise un résonateur 4 MHz en lieu et place d'un quartz pour des raisons d'économie, d'encombrement (suppression des deux capacités associées).

Le bouton-poussoir $S_1$ permet de remettre à zéro le processeur, alors que $S_2$ permet de lancer une séquence qui doit être programmé sur le PC.

On dispose de six connecteurs pour piloter six servos.

Une petite alimentation complète le tout avec un régulateur classique 7805. Les différents condensateurs améliorent l'alimentation pour les servos en diminuant l'impédance de la source.

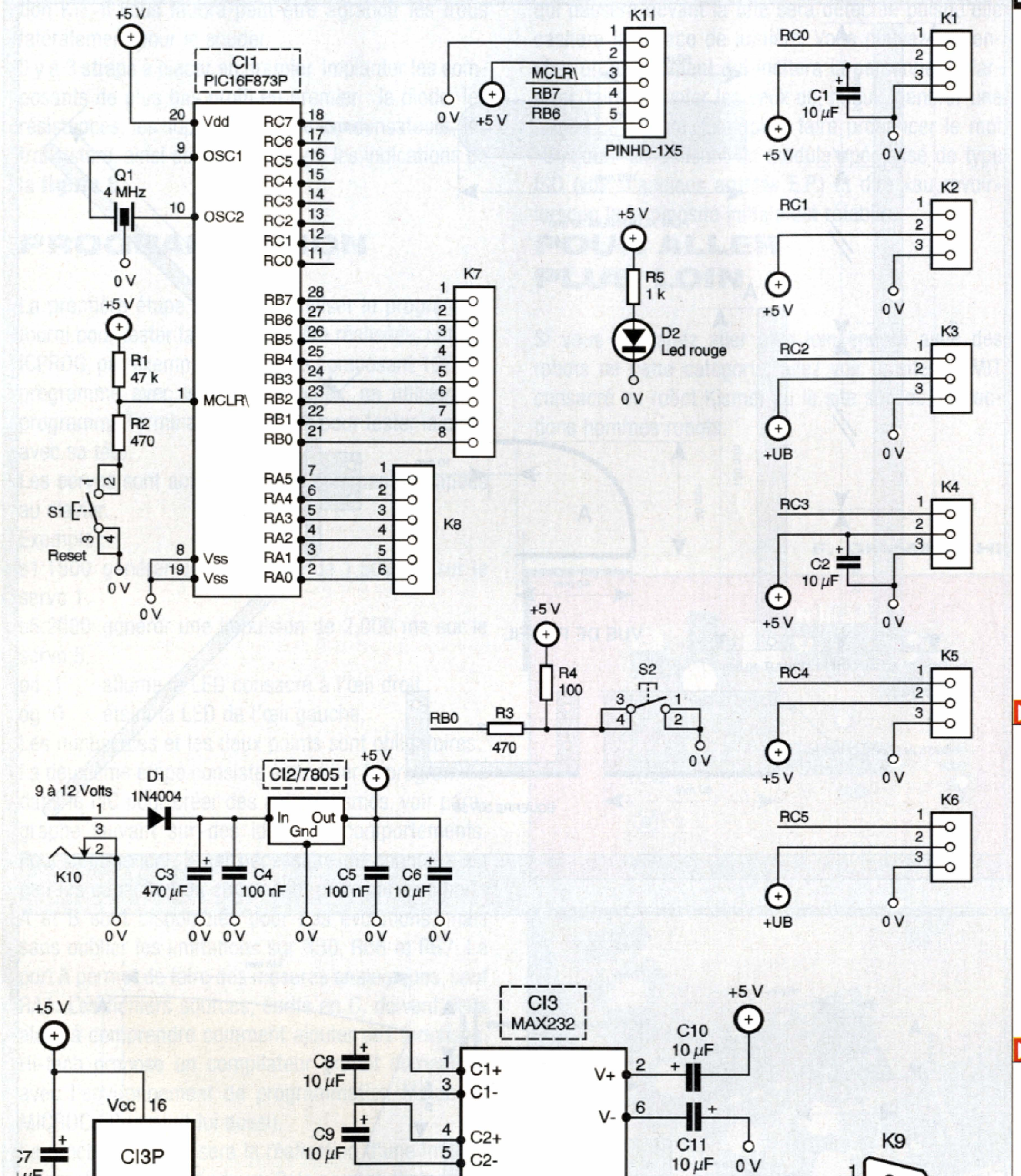
Le connecteur $K_{11}$ permet de programmer le composant sans le sortir de son support. Cette méthode nommée ICSP (In Circuit Serial Programming) nécessite une carte additionnelle.

La **figure 2** montre l'interface RS232 classique utilisant un MAX232. La petite LED rouge supplémentaire permet de vérifier le bon branchement du câble série.

On utilise un câble série non croisé. On relie les broches 7 à 8 puis 4 à 6 du connecteur DB9 pour permettre au PC relié de reconnaître un protocole d'échange de données standard.

## LE PIC 16F873

Ce microcontrôleur de la famille MICROCHIP est moins connu que le 16F84. Il est un peu plus cher, mais ses capacités sont sans comparaison. Il intègre 3 temporisateurs, 2 lignes de mesure de temps (configurable en PWM), 4 entrées analogiques 10 bits, 1 liaison série asynchrone, I2C, un mode parallèle en plus du 16F84 et le double de mémoire 4 ko. La version 16F876 identique a une mémoire de 8 ko.




## FIGURE 1

*Schéma de principe.*

## FIGURE 2

*L'incontournable interface RS232 équipée du non moins célèbre MAX232*

## RÉALISATION DE LA CARTE

Commencer par percer avec un foret de 0,8 mm tous les trous, puis on utilisera un foret de 1,2 mm pour régulateur $CI_2$ (**figure 3**). Percer à 3,2 mm les trous de fixation de la carte aux trois coins et ceux du connecteur DB9. Attention au connecteur d'alimenta-

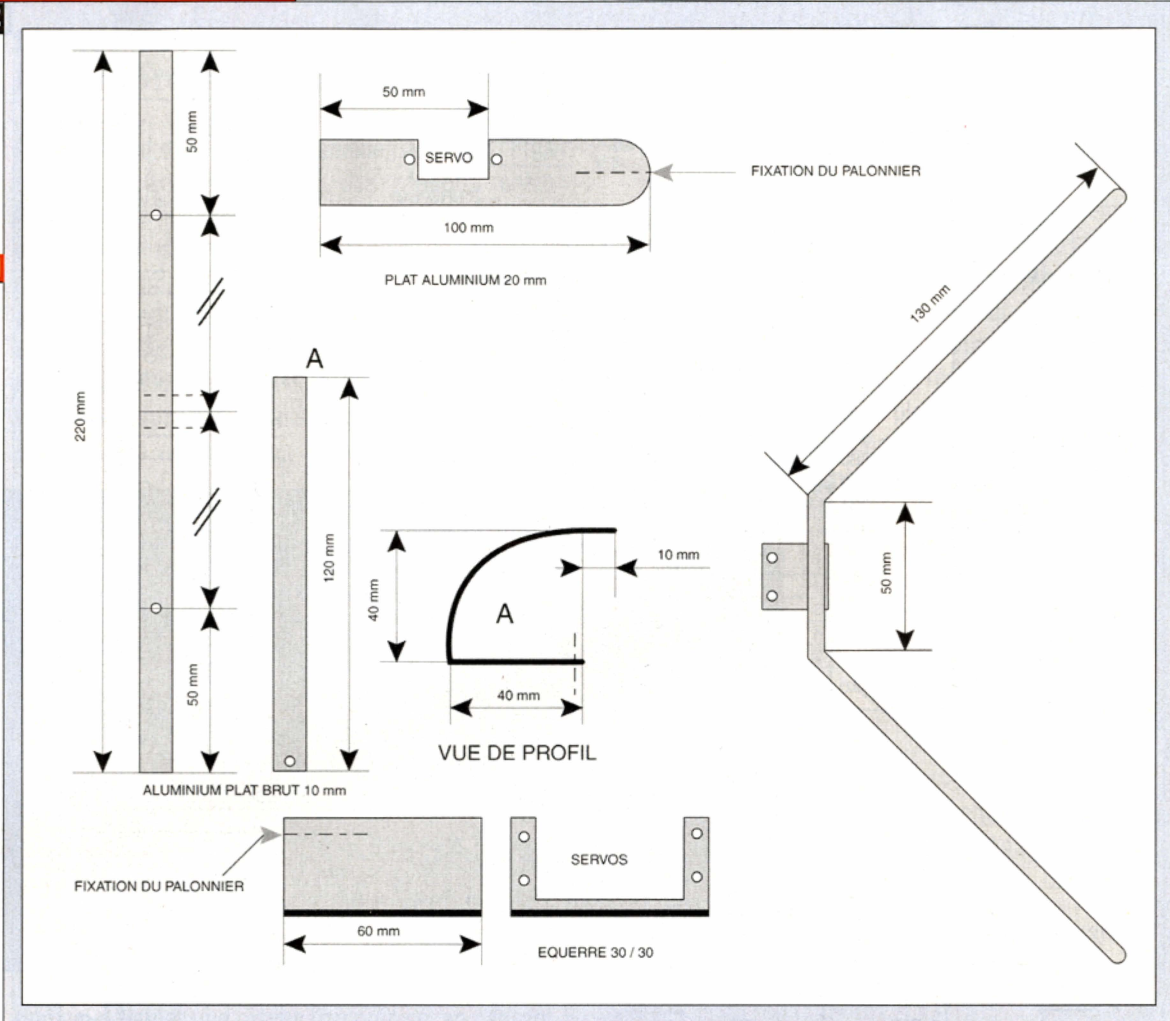



**FIGURE 3**

*Proposition de réalisation mécanique de la tête humanoïde.*

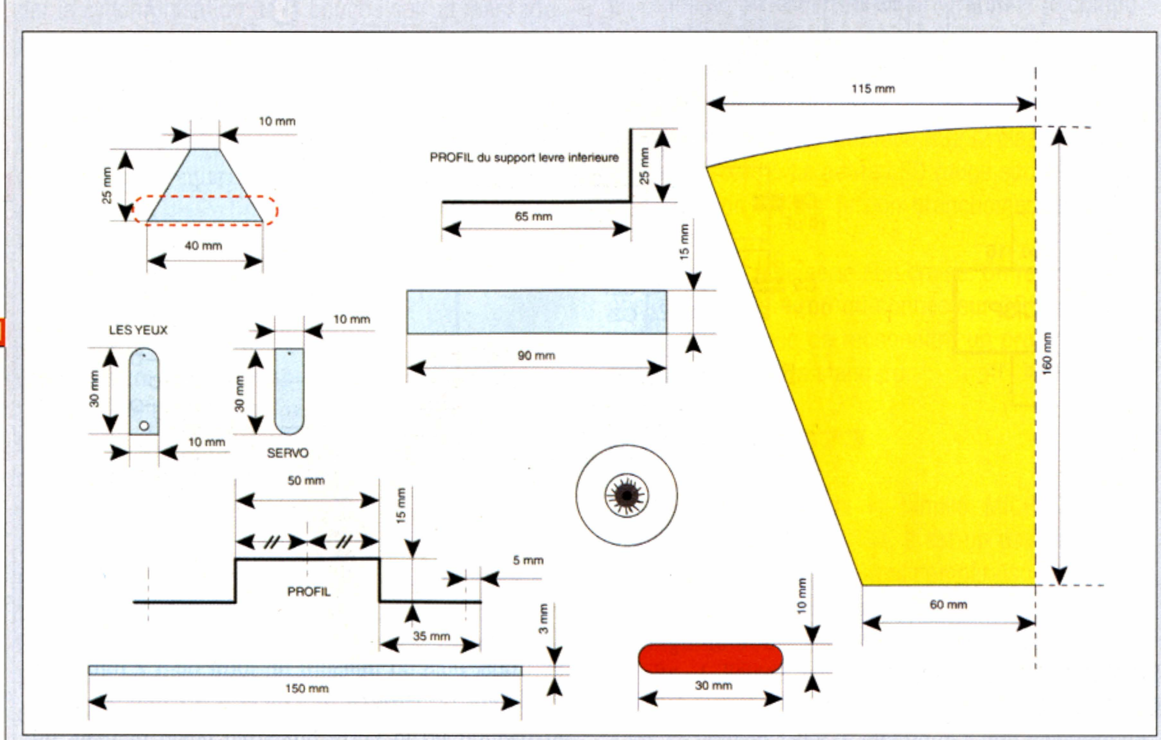



**FIGURE 4**

*Pièces constituantes de la tête.*

tion K10, il vous faudra peut-être agrandir les trous latéralement pour le souder.
Il y a 3 straps à placer en premier. Implanter les composants de plus bas profil en premier : la diode, les résistances, les supports puis les condensateurs, les transistors, ainsi de suite... Suivre les indications de la **figure 8**.

## PROGRAMMATION

La première étape consiste à utiliser le programme fourni pour tester la carte et la tête réalisées, utilisez ICPROG, par exemple. Une fois le composant 16F873 programmé avec le fichier tete.hex, on utilisera le programme Terminal de Windows pour tester la carte avec sa tête.
Les servos sont activés par des commandes tapées au clavier.
Exemple :
s1:1500 générer une impulsion de 1,500 ms sur le servo 1.
s5:2000 générer une impulsion de 2,000 ms sur le servo 5.
od :1 allume la LED consacré à l'œil droit.
og :0 éteint la LED de l'œil gauche.
Les minuscules et les deux points sont obligatoires.
La deuxième étape consiste à modifier le programme dans le PIC pour créer des automatismes, voir paragraphe suivant sur des idées de comportements.
Pour commencer, il est nécessaire de connaître un peu les capacités du composant principal. Les ports A et B sont disponibles pour des évolutions, mais sans oublier les limitations sur RB0, RB6 et RB7. Le port A permet de faire des mesures analogiques, sauf RA4. Les fichiers sources, écrits en C, doivent vous aider à comprendre comment ajouter des fonctions. Hi-tech propose un compilateur gratuit compatible avec l'environnement de programmation Mplab de MICROCHIP (gratuit lui aussi).
La prochaine étape sera la réalisation d'une interface graphique pour Windows. Cela permet d'intervenir sur plusieurs servos en même temps et de gérer globalement la tête. A ce stade, c'est le PC qui pilote la tête et lit les capteurs. Il n'y a plus de limite au développement du robot si ce n'est le temps que vous passerez à le faire évoluer.

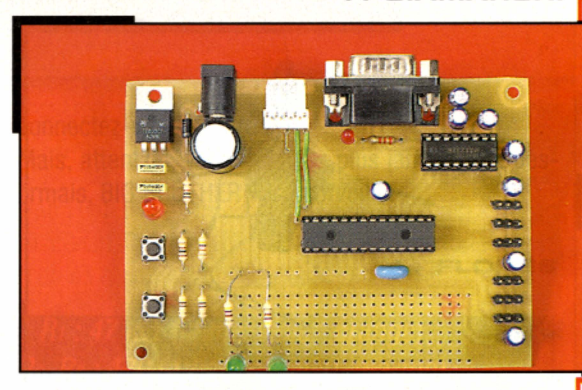
## QUELQUES IDÉES DE COMPORTEMENTS

Câblez un pont diviseur de tension avec une photorésistance et sa résistance série de même valeur à la lumière ambiante. Placer la tête en face d'une source de lumière dominante. Résultat : toute personne qui passera devant la tête sera détectée puisqu'elle cachera la source de lumière. Vous pouvez déclencher un mouvement qui incitera la personne à s'arrêter, faire clignoter les yeux ou, mieux, générer une séquence sonore. Exemple : faire prononcer le mot «Bonjour» en utilisant un module spécialisé de type ISD (voir d'anciens articles E.P.) et dire «au revoir» lorsque la luminosité initiale est rétablie.

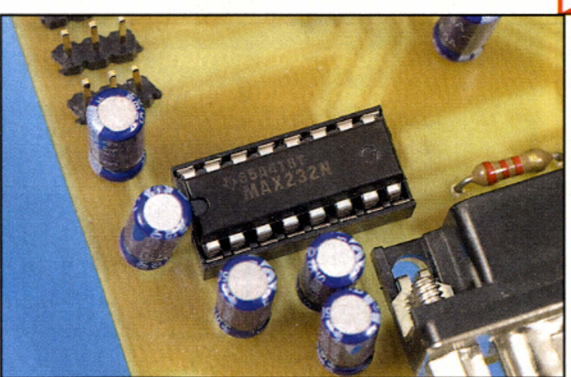
## POUR ALLER PLUS LOIN

Si vous souhaitez aller plus loin encore avec des robots de cette catégorie, allez voir le site du MIT consacré au robot Kismet ou le site sur les interactions hommes robots.

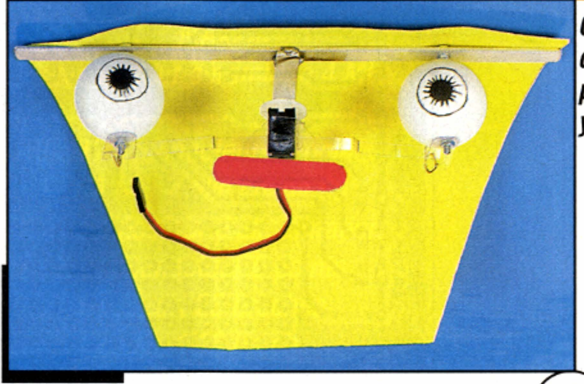
F. GIAMARCHI



*La carte principale dispose d'une zone pastillée pour tester vos propres idées.*




*Attention à la mise en place des condensateurs polarisés autour du MAX232.*



*On utilisera notamment deux balles de ping-pong pour réaliser les yeux.*

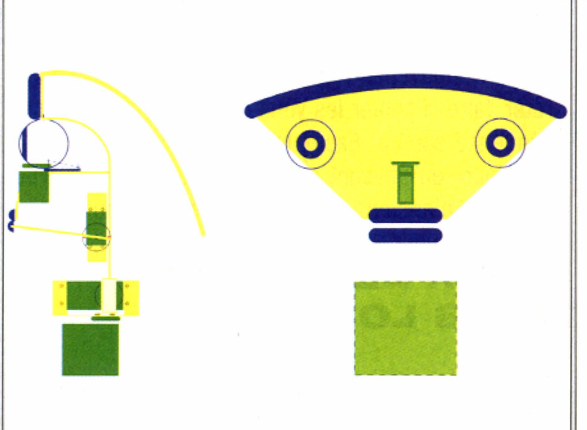


**FIGURE 5**

*Vues de face et de profil.*

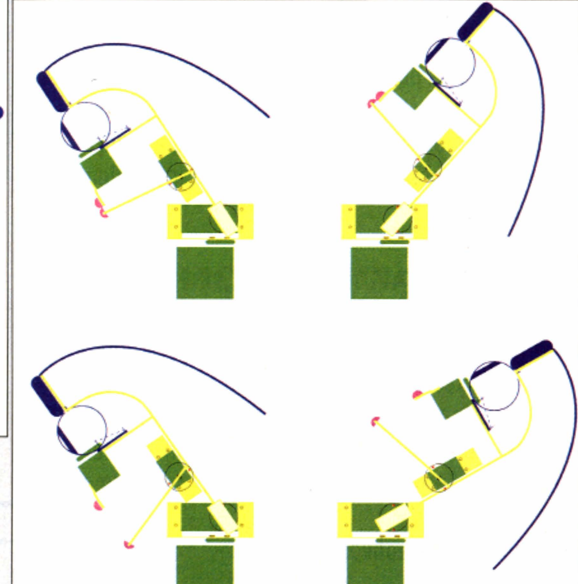
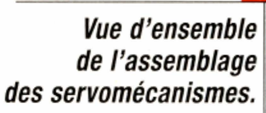
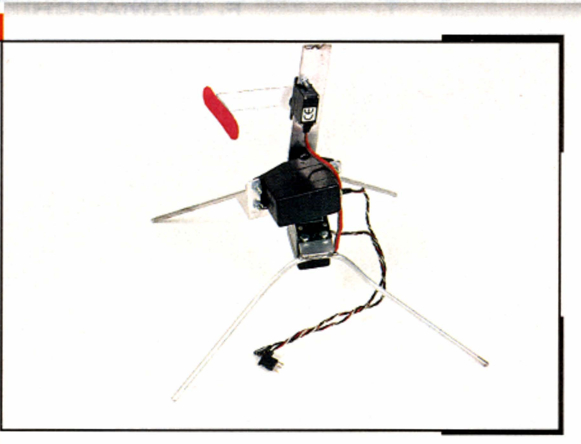


**FIGURE 6**

*Les différentes attitudes.*





*Vue d'ensemble de l'assemblage des servomécanismes.*

## CONSTRUCTION

Ce robot comporte des pièces d'origine diverse, exemple : de la mousse Néoprène de deux couleurs, de l'aluminium plat et brut de 20mm et de 10mm. On trouve aussi des balles de ping-pong pour les yeux et du plastique rigide transparent que nous avons trouvé dans des emballages (col de chemise) et un trombone qui fera office de charnière pour diriger les yeux.

Vous remarquerez que nous n'avons pas coté les emplacements des servos car cela dépendra de ce que vous allez employer. Quand vous aurez préparé toutes les pièces, commencez par réaliser les pieds avec les tiges de 5mm en aluminium brut. Assemblez les pieds avec le servo, il permettra à la tête de tour-

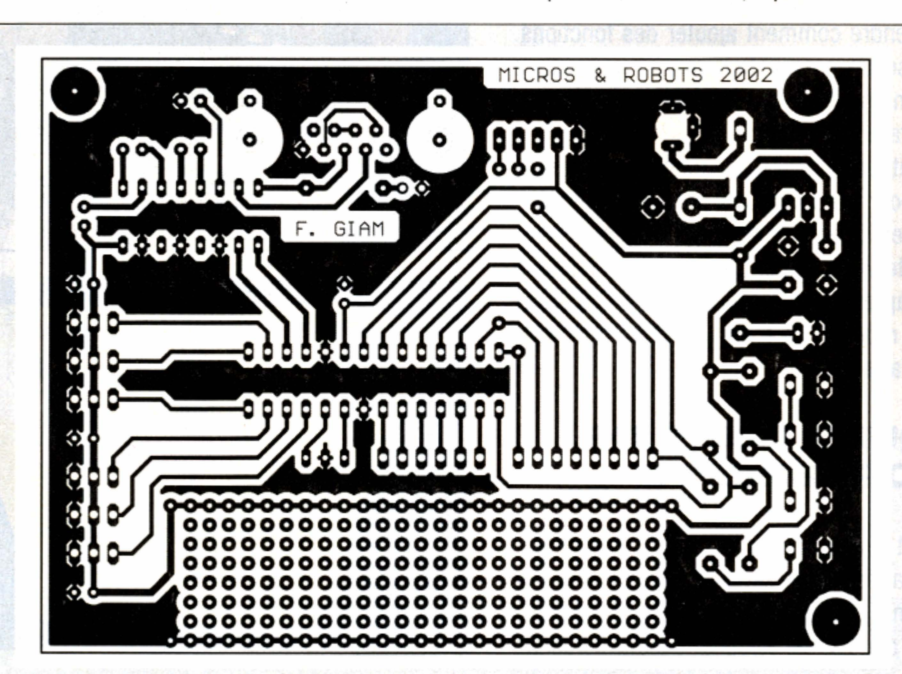



**FIGURE 7**

*Tracé du circuit imprimé.*

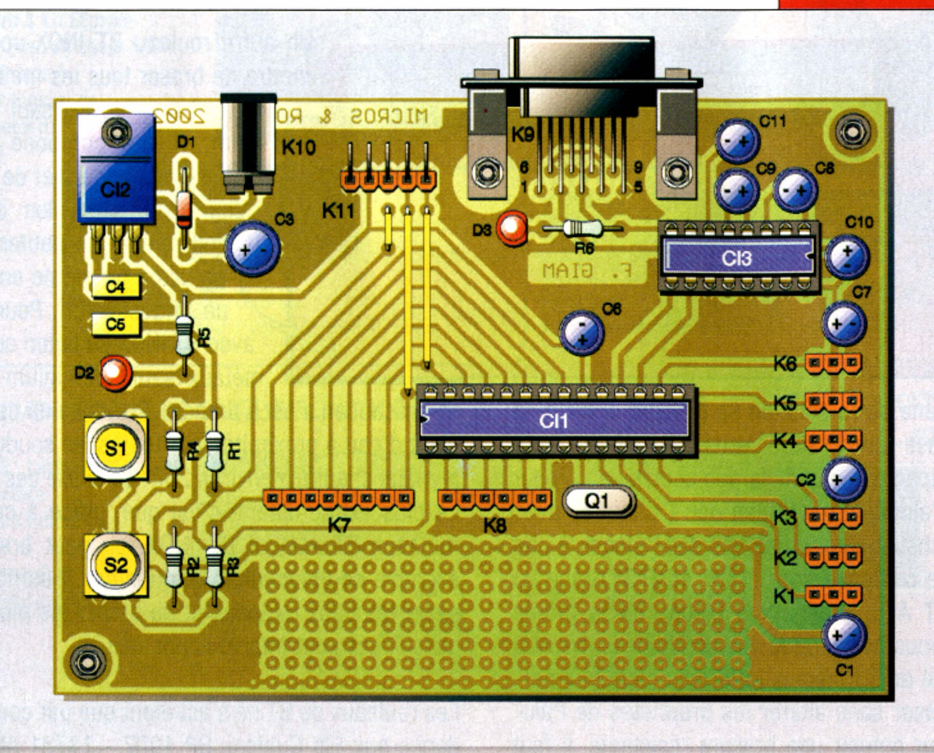



**FIGURE 8**

*Implantation des éléments*

ner à droite et à gauche. Sur le palonnier du servo, fixez l'équerre en aluminium de 30/30 qui accueillera le 2ème servo, il inclinera le robot de haut en bas. Sur ce même servo, vissez sur le palonnier les 3 pièces que vous aurez brasées avec BT ALU auparavant. Le 3ème servo que vous fixez dans la fenêtre que vous aurez réalisée aux cotes exactes de votre servo. Il permettra de bouger de haut en bas la lèvre inférieure. Collez sur le palonnier la partie en plastique transparent qui supportera la lèvre inférieure. Le 4ème servo supportera la lèvre supérieure et actionnera les yeux de gauche à droite. Le mouvement est transmis par des pièces en plastique fin car elles ne sont soumises à aucun effort mécanique. Les 2 vis qui supporteront les yeux (balle de ping-pong ) sont visser sur la barre horizontale. Percez les balles de part en part et collez sur la partie inférieure le plastique avec de la super glu en gel, cette colle sera employée pour tous les collages. Les 4 pièces en plastique transparent qui permettent le mouvement des yeux ont été assemblées avec un trombone recourbé, ce qui permet de réaliser une charnière à moindre coût. N'oubliez pas de dessiner les yeux sur les balles ou de placer deux LED de couleur bleue ou verte.
Reste à coller la partie jaune de la tête, découpée dans de la mousse Néoprène. Fixez la carte sous le 1er servo et connectez-vous à votre PC.
Mais, attention, vous ne serez plus jamais seul désormais, BIG BROTHER vous surveille.

**L. FLORES**

## NOMENCLATURE

*$R_1$ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)*
*$R_2$, $R_3$ : 470 Ω (jaune, violet, marron)*
*$R_4$ : 100 Ω (marron, noir, marron)*
*$R_5$ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)*
*$R_6$ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)*
*$C_1$, $C_2$, $C_6$ à $C_{11}$ : 10 µF/16V tantale*
*$C_3$ : 470 µF/16V*
*$C_4$, $C_5$ : 100 nF*
*$D_1$ : 1N4004*
*$D_2$ : LED 5mm rouge*
*$D_3$ : LED 3mm rouge*
*$CI_1$ : PIC 16F873 (ou 16F876)*
*$CI_2$ : 7805*
*$CI_3$ : MAX232*
*$Q_1$ : résonateur céramique 4 MHz*
*$S_1$, $S_2$ : poussoirs CI (voir photo)*
*$K_1$ à $K_6$ : connecteurs 3 points*
*$K_9$ : DB9 femelle coudé 90°*
*$K_{10}$ : connecteur d'alimentation*
*$K_{11}$ : connecteur 5 points*
*1 support 28 broches*
*1 support 16 broches*

## ADRESSES INTERNET

*Site de l'auteur montrant les diverses réalisations :*
**www.geii.iut-nimes.fr/fg/**

*Site du M.I.T. consacré au robot Kismet :*
**http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html**

*Site sur les expériences sur les interactions hommes-robots :*
**http://talking-heads.csl.sony.fr/InfoIndex.html**

# LA SOUDURE

***Le gros souci avec les robots, surtout les marcheurs, c'est l'autonomie qui est réduite à une demi-heure, voire un quart d'heure. Il est difficile de prétendre à une vie artificielle avec si peu d'autonomie. La seule solution est de réduire le poids en allégeant la structure même du robot. Peu de matériaux peuvent y parvenir, l'aluminium fait partie de cela. Il est très facile à travailler, peu onéreux, mais quand il s'agit de l'assembler, il faut le visser, alors le gain de poids n'est plus évident.***




A présent, une autre solution se propose à nous, la brasure basse température. Vous allez penser qu'il faut un équipement «lourd» (argon acétylène…) pour braser de l'aluminium, eh bien non ! Chauffez avec un simple chalumeau au gaz vos deux pièces à une température comprise entre 178° et 270°.Grâce au bâtonnet BT ALU, brasez vos pièces de la même façon que vous avez soudé vos résistances. BT ALU est composé de 15 métaux différents ce qui lui permet de brasser sans altérer les propriétés de l'aluminium. Pour obtenir une brasure résistante, il faut simplement respecter quelques consignes. A savoir, prendre de l'aluminium brut, dégraissez les pièces, poncez légèrement, positionnez les pièces sans qu'elles puissent bouger, puis chauffez les deux pièces, mais pas trop. Retirez la source de chaleur et avec BT ALU appuyez légèrement de façon à ce qu'il fonde sur les deux pièces. S'il ne fond pas, réchauffez les deux pièces et, toujours sans la source de chaleur, recommencez. Si BT ALU brase en noircissant c'est que les deux pièces sont trop chaudes, la brasure doit être de la même couleur que l'aluminium brut. Pour obtenir une brasure très résistante, assemblez vos deux pièces et, quand cela est possible, rivetez et brasez ses deux pièces.

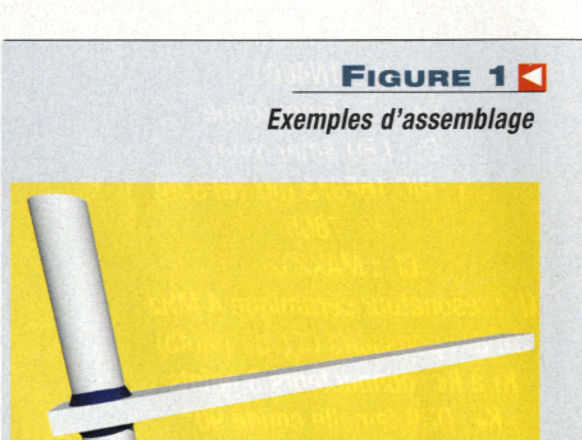
Un autre rouleau BT INOX vous permettra de braser tous les métaux ferreux et non ferreux sauf l'aluminium. Il est composé de 11 métaux, ce qui permet de baisser son point de fusion à 221°. Pour braser de petites pièces en laiton ou même en cuivre, un briquet suffit. Pour braser avec BT INOX du laiton ou autres métaux (sauf l'aluminium ), aucune précaution n'est à prendre. Prévoyez un petit récipient d'eau à proximité pour toutes les soudures car le métal chauffé à environ 250° ça laisse des traces ! Le plus extraordinaire c'est que, grâce à ces deux rouleaux BT ALU et BT INOX, on peut braser par exemple de l'aluminium et du laiton. Il suffit de torsader les deux rouleaux et de braser les pièces, les possibilités sont impressionnantes.

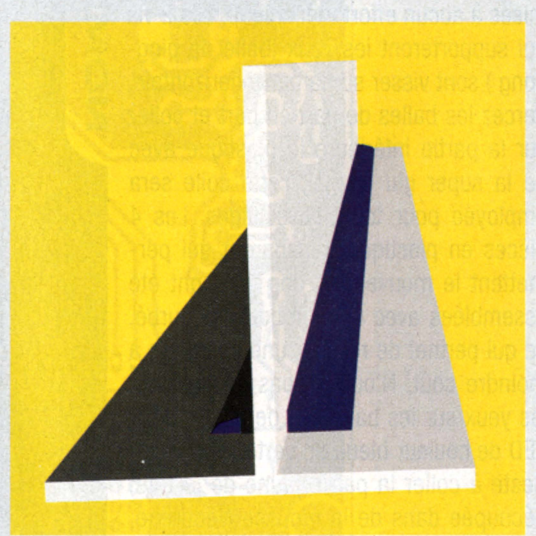
Les rouleaux de BT ne s'achètent que par correspondance aux Ets Guidoni, BP 1007 - 13781 AUBAGNE Cedex (tél. //Fax 04 42 84 28 88. Je vous conseille, dans un 1er temps, de commander un BT ALU et un BT INOX de chaque.

J'espère que ce produit vous apportera autant de satisfaction que j'ai pu en retirer et vous permettra de réaliser toutes les structures de vos robots. Je n'ai pas réussi à souder dès la 1er fois car j'avais acheté de l'aluminium argenté, mais après m'être procuré de l'aluminium brut, le produit m'a complètement conquis. Après de nombreux rouleaux soudés, je suis toujours aussi surpris par le résultat, la brasure d'aluminium et l'aluminium avec d'autres métaux est à la portée de tous.

**L.FLORES**

**FIGURE 1**
*Exemples d'assemblage*





# LE DRAGON

*Voici une réalisation amusante mais ambitieuse aussi. Amusante de voir ce petit robot se trémousser sur votre bureau, mais ambitieuse par les mécanismes mis en jeu. La réalisation d'un bipède est un vrai tour de force pour de nombreux laboratoires de robotique. Notre réalisation entrouvre la porte de ces études en vous permettant de vous pencher sur la marche dynamique. Plongez avec nous dans cette réalisation qui vous étonnera.*

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La marche dynamique est la marche des bipèdes que nous sommes. Le centre de gravité est déplacé dans le sens de la marche, le corps est déséquilibré et c'est la jambe qui avance pour nous empêcher de tomber. Facile à dire et à faire pour nous, mais pour un robot c'est tout autre.

Pour notre robot, 4 servos de modélisme permettront le mouvement. Il s'agit de servos standards. Il faut 2 servos pour lever une jambe.

A la mise sous tension, le robot s'initialise puis se met en attente d'une commande. La mise en marche et l'arrêt se font par le capteur de lumière $PT_1$. En masquant momentanément ce capteur, le robot démarre en saluant d'abord. Si un obstacle apparaît sur son chemin, il s'arrête. Le reste sera à vous de l'imaginer.

Le microcontrôleur est fortement sollicité par l'ensemble des capteurs et la commande des servos.

## ÉLECTRONIQUE

La **figure 1** regroupe l'ensemble des éléments du montage électronique. Le cœur du montage est un microcontrôleur bien connu maintenant, et à juste titre, le PIC 16F84. Les éléments essentiels au montage sont les 4 servos reliés aux connecteurs $K_4$ à $K_7$ et le capteur de distance infrarouge. Le montage est complété par une mesure de luminosité, une mesure de la tension batterie et deux yeux tricolores. Une sortie restant libre, on peut y connecter un transducteur piézo pour faire des petits bruits.

Vous pouvez constater que, malgré un schéma électronique «aéré», toutes les ressources physiques du microcontrôleur sont exploitées. Mais leur gestion par le microcontrôleur affaiblit celui-ci et nécessite une programmation astucieuse. Une lecture des fichiers sources vous aidera à comprendre la programmation.

Le microcontrôleur est entouré de son résonateur céramique, un 4 MHz permettant de traiter 1 million d'instructions.

Le connecteur $K_3$ et la résistance $R_1$ permettent la programmation du composant sans le sortir de son support. Cette manière de faire est indispensable pendant la phase de mise au point des programmes. Il est nécessaire de disposer d'une carte adaptée pour travailler de la sorte.

Les 4 servos utilisent une routine d'interruption qui génère les durées des impulsions de commande pour des servos standards. Quand il n'est pas interrompu, le programme surveille régulièrement la tension batterie et la luminosité ambiante.

Ces deux informations étant de type analogique, il est nécessaire de recourir à des astuces de programmation ou des simplifications de mesure. Par exemple : la tension sur la batterie est réduite 3V par la diode zéner $D_3$. Résultat : lorsque les accumulateurs sont déchargés, la tension à leurs bornes est de l'ordre de 4V, l'entrée RA1 descend sous les 4 - 3 = 1. C'est la tension représentant un niveau 0 pour le microcontrôleur. Autre astuce : la conversion lumière/temps obtenue par charge du condensateur $C_3$ limité par $R_2$ puis décharge dans le phototransistor. C'est le microcontrôleur qui règle la séquence complète.

Les yeux sont réalisés par deux LED 5mm tricolores. Chaque composant contient deux LED, une rouge et une verte. Lorsque les deux LED sont alimentées ensemble, une troisième couleur est obtenue : de l'orange.

On finit l'étude du schéma par le capteur de distance infrarouge. Il s'agit d'un capteur «dit intelligent» de chez SHARP. Son principe de fonctionnement et ses caractéristiques sont détaillés en fin d'article. Notre choix s'est porté sur le modèle GP2D02 pour

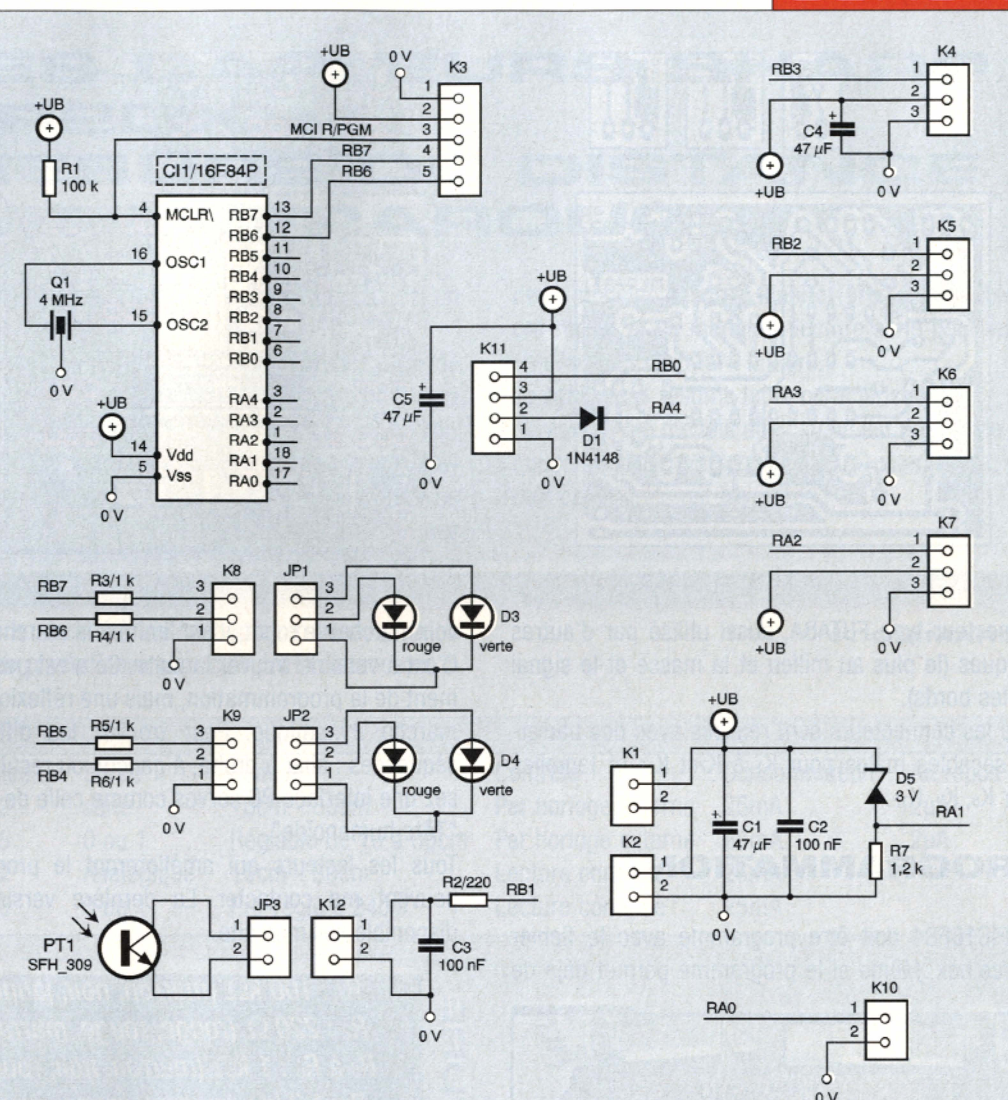



**FIGURE 1**

*Schéma de principe. Le capteur intelligent se raccorde en K11.*

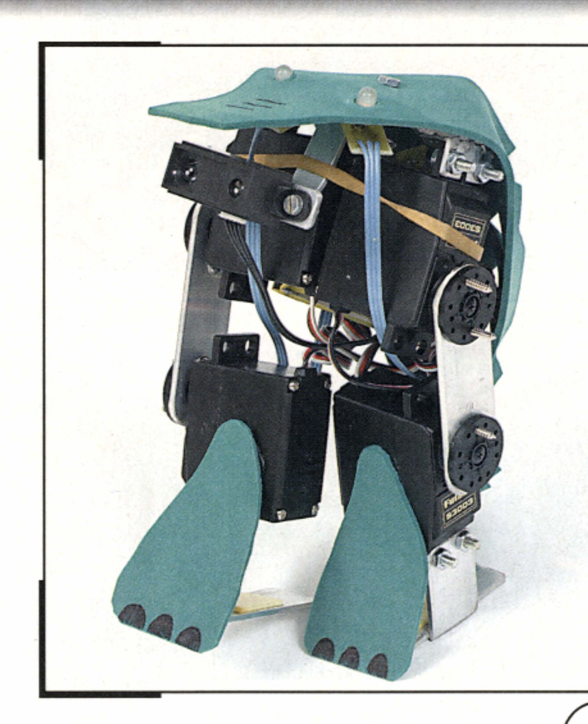
des raisons pratiques. Effectivement, notre microcontrôleur ne disposant pas d'entrées analogiques, nous sommes obligés de choisir le modèle disposant d'un dialogue série pour lire la distance.

Les trois condensateurs chimiques de 47 µF améliorent l'alimentation des servos et du capteur intelligent SHARP.

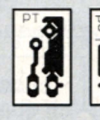
## RÉALISATION

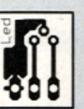
Le circuit imprimé (**figure 2**) sera percé avec un foret de 0,8 mm. Il y a 2 straps à placer avant de commencer à souder les divers composants. Implanter les composants de plus bas profil en premier : les diodes, les résistances, les supports puis les condensateurs, les transistors, ainsi de suite… Suivre les indications de la **figure 3**.

Les nombreux connecteurs sont à placer en dernier. Les connecteurs $K_4$ à $K_7$ correspondent aux servos. Ceux utilisés pour ce montage doivent posséder un



*Le dragon se réalise avec l'assemblage de quatre servomécanismes et quelque pièces d'aluminium.*

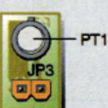












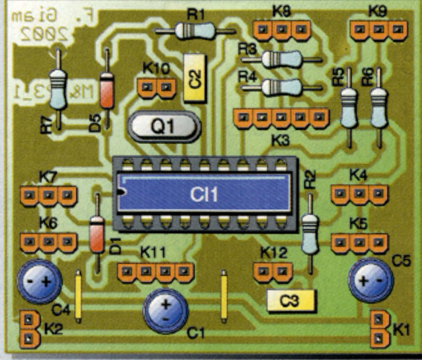



**FIGURE 2**

*Tracé du circuit imprimé.*

**FIGURE 3**

*Implantation des éléments.*

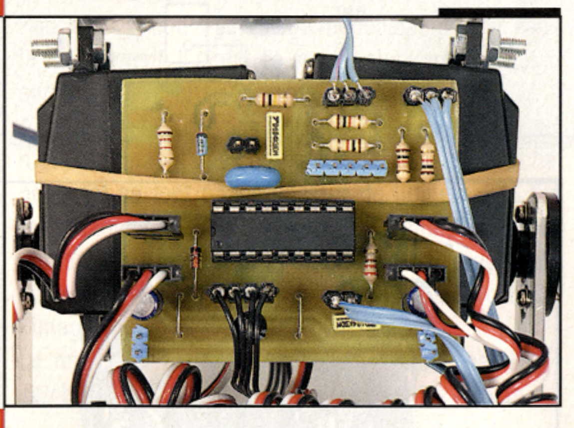
connecteur type FUTABA, aussi utilisé par d'autres marques (le plus au milieu et la masse et le signal sur les bords).

Tous les connecteurs sont réalisés avec des barrettes sécables mâles pour $K_1$ à $K_7$et $K_{10}$ et femelles pour $K_8$, $K_9$, $K_{12}$.

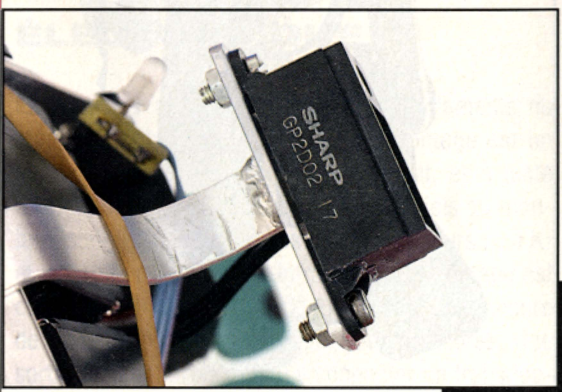
## PROGRAMMATION

Le PIC16F84 doit être programmé avec le fichier source.hex. Même si le programme permet déjà de voir marcher le robot, il est limité à la marche avant. C'est à vous de trouver la suite. Ce n'est pas seulement de la programmation, mais une réflexion sur la marche dynamique. Pour trouver les différentes séquences : aller à droite, à gauche ou reculer, utilisez une interface PC servos comme celle de l'article “Tête humanoïde”.

Tous les lecteurs qui amélioreront le programme peuvent me contacter. La dernière version sera disponible sur mon site.



*La carte électronique reste très simple à réaliser , le PIC 16F84 autorise cette prouesse.*




*Utilisation très astucieuse ici du nouveau capteur SHARP qui permet la mesure de la distance par infrarouge.*

### NOMENCLATURE

$R_1$ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
$R_2$ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
$R_3$ à $R_6$ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
$R_7$: 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
$C_1$, $C_4$, $C_5$ : 47 µF/16V
$C_2$, $C_3$ : 100 nF
$D_1$ : 1N4148
$D_2$ : BZX79C3V0
$D_3$, $D_4$ : LED bicolores 5mm
$PT_1$ : phototransistor SFH 309
$CI_1$ : PIC 16F84
$Q_1$ : résonateur 4 MHz
$K_1$, $K_2$, $K_{10}$, $K_{12}$ : connecteurs 2 points mâles
$K_3$ : connecteur 5 points mâles
$K_4$ à $K_9$ : connecteurs 3 points mâles
$K_{11}$ : connecteur 4 points mâles
1 support 18 broches
1 capteur SHARP GP2D02 (CONRAD, réf. 185329)
4 servomoteurs
4 accumulateurs 1,2V (modèle AA ou AAA)
2 coupleurs pour 2 piles (AA ou AAA)

# LES CAPTEURS SHARP GP2DX : MESURE DE DISTANCE PAR INFRAROUGE

Mesurer une distance même faible comme ici est un avantage important.
Cela permet de vérifier la position du robot calculée par d'autres méthodes. La mesure de distance était le domaine réservé des systèmes à ultrasons, en raison d'un coût relativement faible comparé aux télémètres LASER. Mais, dorénavant, il est possible de se procurer des capteurs permettant de mesurer des distances par infrarouge. La distance mesurée est comprise entre 10 et 80cm.
Ces capteurs utilisent la triangulation associée à un réseau de photodiodes pour calculer la distance ou la présence d'un objet dans le champ de vision. L'idée est d'émettre des salves infrarouges qui sont réfléchies par un objet ou perdues. Dans le cas d'une réflexion, le détecteur reçoit un faisceau en un point qui crée un triangle avec l'émission et l'objet détecté.
L'angle du triangle change avec la distance de l'objet détecté. C'est la lentille du détecteur qui définit la précision de ce capteur. Le détecteur de position sensible PSD détermine l'angle de réflexion et calcule la distance de l'objet.
Cette méthode permet de supprimer l'influence de la lumière ambiante ainsi que la couleur de l'objet détecté. Il est donc possible de détecter un mur noir en pleine lumière.
La relation entre la distance et la valeur délivrée n'est pas linéaire. Il est donc nécessaire de créer une table de conversion pour les valeurs entre 10 et 80cm.
SHARP, qui est le fabricant, propose 4 modèles pour répondre aux différents besoins. Un modèle à sortie analogique (0 3V) pour les µC avec C.A.N. intégré, deux modèles à sortie binaire (0 ou 1) réglable ou pré-réglée et un modèle à lecture série pour les µC non équipés de C.A.N. intégré.
Le **tableau 1** résume leurs caractéristiques :
Remarque : le modèle analogique est disponible uniquement sur le catalogue CONRAD allemand. Il peut être commandé par leur site

F. GIAMARCHI

## ADRESSES INTERNET

*Site de l'auteur :*
**www.geii.iut-nimes.fr/fg/**

*Site proposant un robot équivalent :*
**www.microrobot.com**

*Site vendant un chouette équivalent :*
**www.lextronic.fr**

*Site européen de SHARP :*
**www.sharpsme.com**

**TABLEAU 1**
***Caractéristiques***

| Référence | Sortie | Échelle | Contrôle | Consommation | Au repos |
|---|---|---|---|---|---|
| GP2D02 | série | 10cm - 80cm | Par horloge externe | 25mA | 2µA |
| GP2D05 | 0 ou 1 | Réglable de 10 à 80cm | Par horloge externe | 25mA | 2µA |
| GP2D12 | Analogique | 10cm - 80cm | Lecture continue | 25mA | |
| GP2D15 | 0 ou 1 | Pré-réglé à 24cm | Lecture continue | 25mA | |

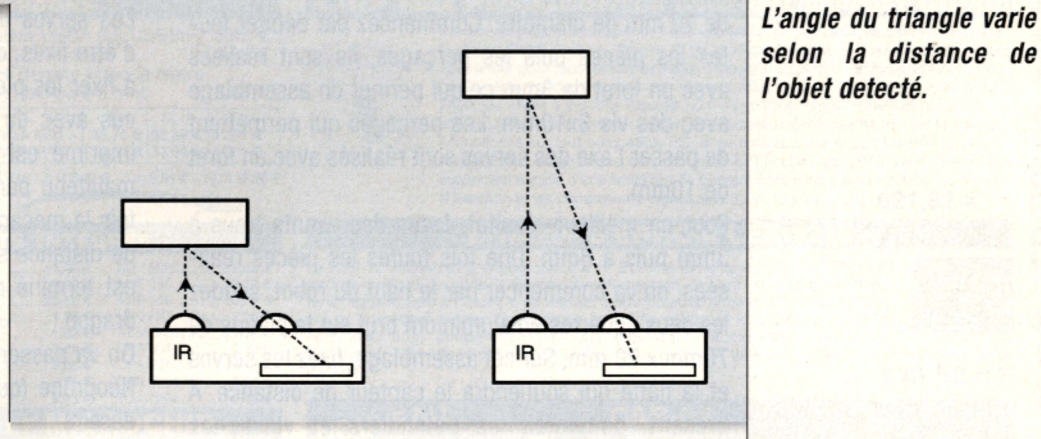
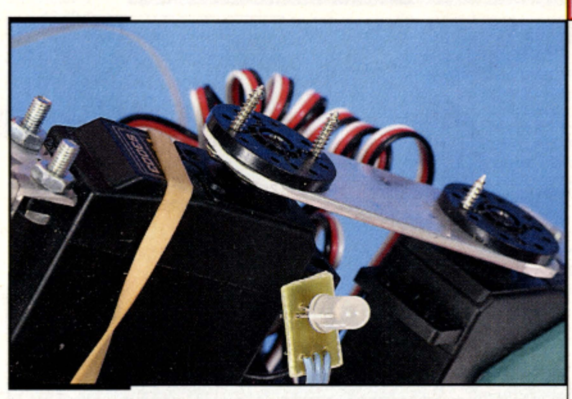



**FIGURE 4**
***L'angle du triangle varie selon la distance de l'objet detecté.***



***Fixation des servos entre eux. Au premier plan, l'œil constitué d'une diode LED tricolore.***

**FIGURE 5**
*Les éléments de décoration.*

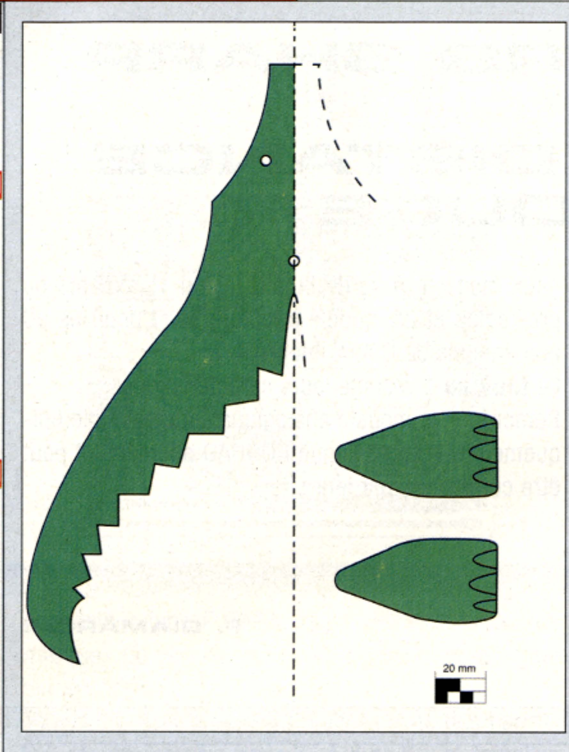
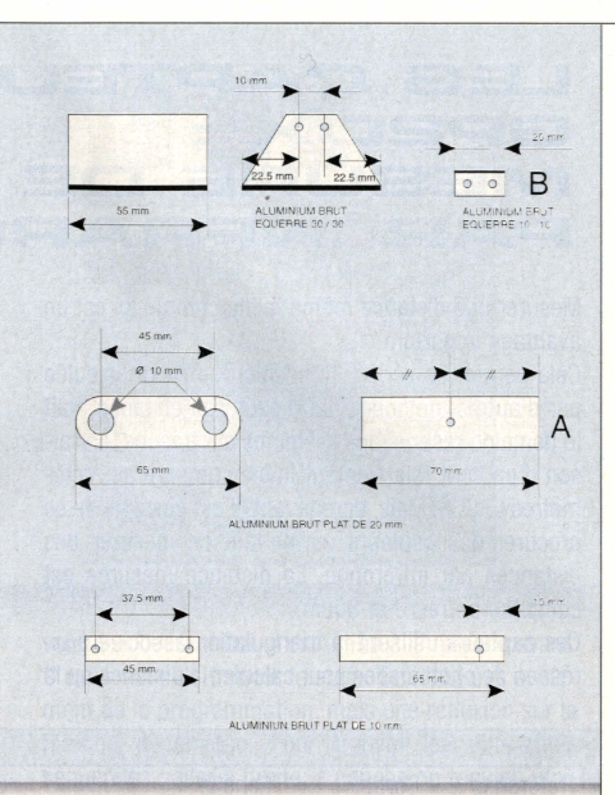



**FIGURE 6**
*Les pièces d'assemblage en aluminium.*




## CONSTRUCTION

La réalisation mécanique ne présente pas de difficulté à condition d'avoir les outils adéquats. Une scie sauteuse et une perceuse pouvant supporter un foret de 10 mm de diamètre. Commencez par débiter toutes les pièces puis les perçages, ils sont réalisés avec un foret de 3mm ce qui permet un assemblage avec des vis 3x10mm. Les perçages qui permettent de passer l'axe des servos sont réalisés avec un foret de 10mm.

Pour un meilleur résultat, faites des avants trous à 3mm puis à 6mm. Une fois toutes les pièces réalisées, on va commencer par le haut du robot, soudez les deux équerres en aluminium brut sur la plaque de 70mm x 20 mm. Sur cet assemblage, fixez les servos et la patte qui soutiendra le capteur de distance. A présent, démontez les palonniers et vissez-les comme sur les photos. Nous n'avons pas précisé l'emplacement des perçages des fixations des servos car ils dépendront de ceux choisis. Nous avons pris les vis de 2mm de diamètre qui sont données avec les servos.

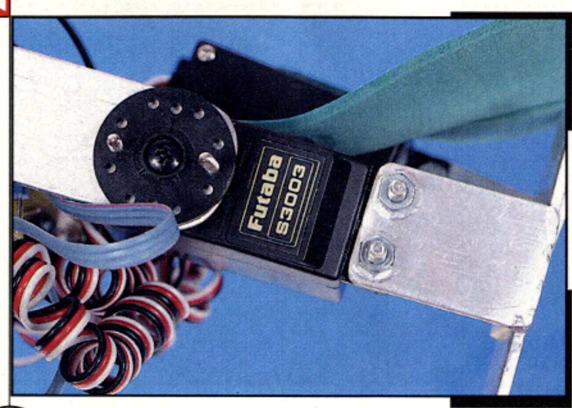
Les servos doivent être en position centrale avant d'être fixés, ce qui définit la position verticale. Reste à fixer les pieds et à positionner les coupleurs d'accus avec du ruban adhésif double face. Le circuit imprimé est placé sur les 2 servos supérieurs et maintenu par le moyen rapide d'une élastique. Une fois la mécanique assemblée, positionnez le capteur de distance sur la patte prévue à cet effet. Le robot est terminé mais il ne ressemble pas encore à un dragon.

On va passer au côté esthétique avec de la mousse Néoprène (que vous trouverez dans un magasin de dessin).

Découpez d'après le plan. Pliez en deux la mousse pour la découper de façon symétrique. Le dessus est fixé avec la vis qui soutient la patte du capteur, alors que les pieds sont collés.

Positionnez les deux LED dans des trous à la place des yeux et le phototransistor sur la patte à l'opposé du capteur SHARP.

Et voilà le seigneur du bureau peut commencer son règne.




*Présentation d'un des deux pieds.*

L. FLORES

# BRAS MANI

***Jusqu'à présent nous vous avions proposé la réalisation de robots capables de se déplacer grâce à des roues et même grâce à des pattes pour certains. Le robot présenté ici est d'un genre différent puisqu'il dispose d'un socle fixe, son but n'est pas de se déplacer mais de saisir et manipuler des objets grâce à un bras articulé muni d'une pince à son extrémité. Connecté sur le port série d'un ordinateur, il est possible de lui inculquer des séquences de déplacements qu'il répétera avec une rapidité et une précision surprenante.***

## MOTORISATION

Le choix des moteurs est un point clé pour cette réalisation. Ils doivent être suffisamment puissants pour permettre au bras de manipuler un objet d'une masse conséquente. Il n'est pas possible d'utiliser directement un moteur à courant continu car la vitesse de rotation est trop importante et le couple est trop faible, à moins de rajouter un réducteur. Dans notre cas, il est inutile que l'axe se déplace sur plus d'un tour, une plage de 180° est même suffisante. Par contre, la précision dans le positionnement est primordiale. Seuls les servomécanismes correspondent à notre cahier des charges. Pour une masse d'environ 50g et un volume de 40x20x37mm, un servo standard contient : un moteur à courant continu, un train d'engrenage permettant une forte démultiplication du couple moteur, un potentiomètre rotatif permettant une recopie de la position angulaire de l'axe de sortie et, pour finir, un circuit électronique qui pilote l'ensemble. La vitesse de rotation de l'axe de sortie étant très faible, en contrepartie on dispose d'un couple relativement important. Le servo retenu pour notre réalisation est un HITEC HS-300. Pour une alimentation nominale de 4,8V, le couple est de 30Ncm. Celui-ci peut monter jusqu'à 37Ncm pour une tension de 6V. Le couple est la donnée la plus importante, c'est elle qui va déterminer les dimensions de la structure mécanique.

Rappelons que le positionnement de l'axe de sortie d'un servo s'effectue par l'envoi d'une impulsion toutes les 20ms sur la ligne de commande. La largeur de l'impulsion détermine l'angle du palonnier. Une impulsion de 1,5ms place le palonnier dans sa position de neutre. Une impulsion de 1ms permet d'atteindre la butée inférieure, 2ms pour atteindre la butée supérieure, un angle de 90° sépare les deux positions extrêmes. En pratique, on peut appliquer des impulsions comprises entre 0,5ms et 2,5ms, la plage couverte par le servo est alors de 180°.

## CALCULS

Soit le schéma présenté **figure 1**. Une tige de longueur R est solidaire de l'axe de rotation d'un servo. A l'autre extrémité est suspendu un objet de masse m qui génère une force F. Pour maintenir le système en équilibre le servo doit fournir un couple égale à $C = F \times R \times \sin \mu$ avec F exprimée en Newton, R en m et µ en degrés.

On constate que le servo est de moins en moins sollicité à mesure que la tige s'élève. Lorsqu'elle est toute droite le couple est alors nul puisque $\propto = 0°$ donc $\sin \propto = 0$ soit $C = 0$. En effet le vecteur F passe par le point O.

La **figure 2** montre la position la plus défavorable, le servo doit fournir son couple maximum. On remarque que $\propto = 90°$ soit $\sin \propto = 1$, le couple délivré par le servo est alors de $C_{max} = F \times R$.

Par exemple, avec $C_{max} = 30$Ncm et R = 10cm, on a F = 30 / 10 = 3N, ce qui correspond à une masse m = 300g. Clairement avec une tige d'une longueur de 10cm, un servo possédant un couple de 30Ncm peut soulever une masse de 300g. Si avec le même servo on souhaite soulever une charge plus importante, la seule solution possible consiste à diminuer la longueur de la tige. Par exemple, avec une tige deux fois moins longue, on peut soulever une charge deux fois plus importante, soit 600g.

Il faut tenir compte de tous ces paramètres pour déterminer les dimensions du bras manipulateur. Si l'on souhaite manipuler des charges relativement lourdes, le bras doit être le plus court possible, mais le champ d'action est alors restreint. Il faut donc faire un compromis entre la masse des objets mani-

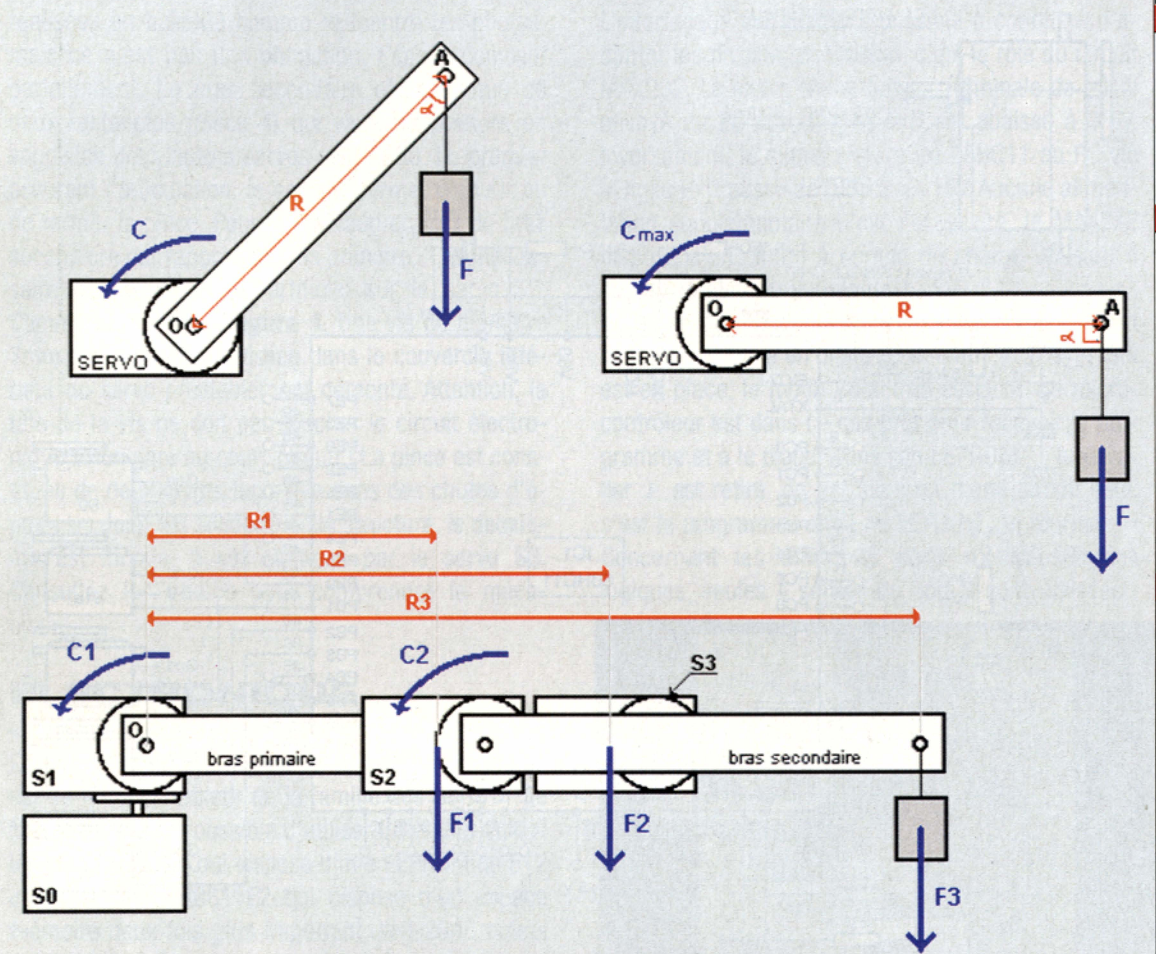
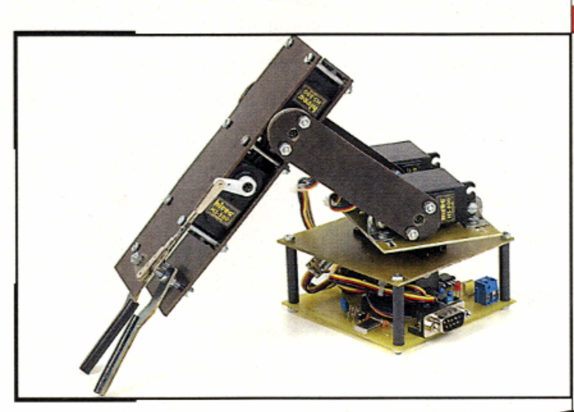



**FIGURE 1** *Principe de calcul du couple*

**FIGURE 2** *Le bras manipulateur se trouve ici dans la position la plus défavorable*

**FIGURE 3** *Il faut tenir compte de la dimension du bras manipulateur si l'on met en œuvre des charges importantes*

pulés et la longueur du bras. La masse maximum que peut supporter le robot a été fixée à 100g. Il en résulte une longueur du bras de 25cm, bras tendu.
Le bras est composé de deux parties. La première est nommée bras primaire, la deuxième bras secondaire. Sur le bras secondaire on trouve deux servos, un qui permet le déplacement du bras secondaire : S2, l'autre permet d'actionner la pince : S3.
Le cas le plus défavorable correspond, comme nous l'avons démontré plus haut, à la position complètement dépliée du bras, comme le modélise la **figure 3**. Calculons le couple que doit fournir le servo S1 pour maintenir la structure en équilibre. Le couple du servo S1 correspond à la somme des couples créés par les forces F1, F2 et F3. F1 et F2 sont égales, elles correspondent au poids des servos, soit F1 = F2 = $m_{servo}$ x g. Rappelons que g est l'accélération de l'apesanteur soit $9{,}81 m/s^2$, on prendra 10 pour simplifier les calculs. Avec un servo de 50g, on obtient une force égale à 0,5N. Nous avons donc C1 = F1 x R1, avec R1=10cm on a C1 = 5Ncm. Avec R2 = 12cm, C2 = 6Ncm. Si l'on considère que l'objet peut avoir une masse max. de 100g et que R3 = 25cm on obtient C3 = 25Ncm. En faisant la somme C = C1 + C2 + C3 = 36Ncm, on constate que le couple est supérieur au couple nominal du servo. Il est possible d'utiliser un servo plus puissant. Plus simplement, il suffit de rajouter un second servo, ainsi on double le couple qui passe alors de 30 à 60Ncm.
De la même façon, on peut vérifier que le couple que devra fournir le servo S2 est suffisant compte tenu du poids de l'objet. Seules les forces F2 et F3 sont à considérer, on obtient C = 18Ncm. Concernant S0, le couple est suffisant, par contre lorsque le bras est à



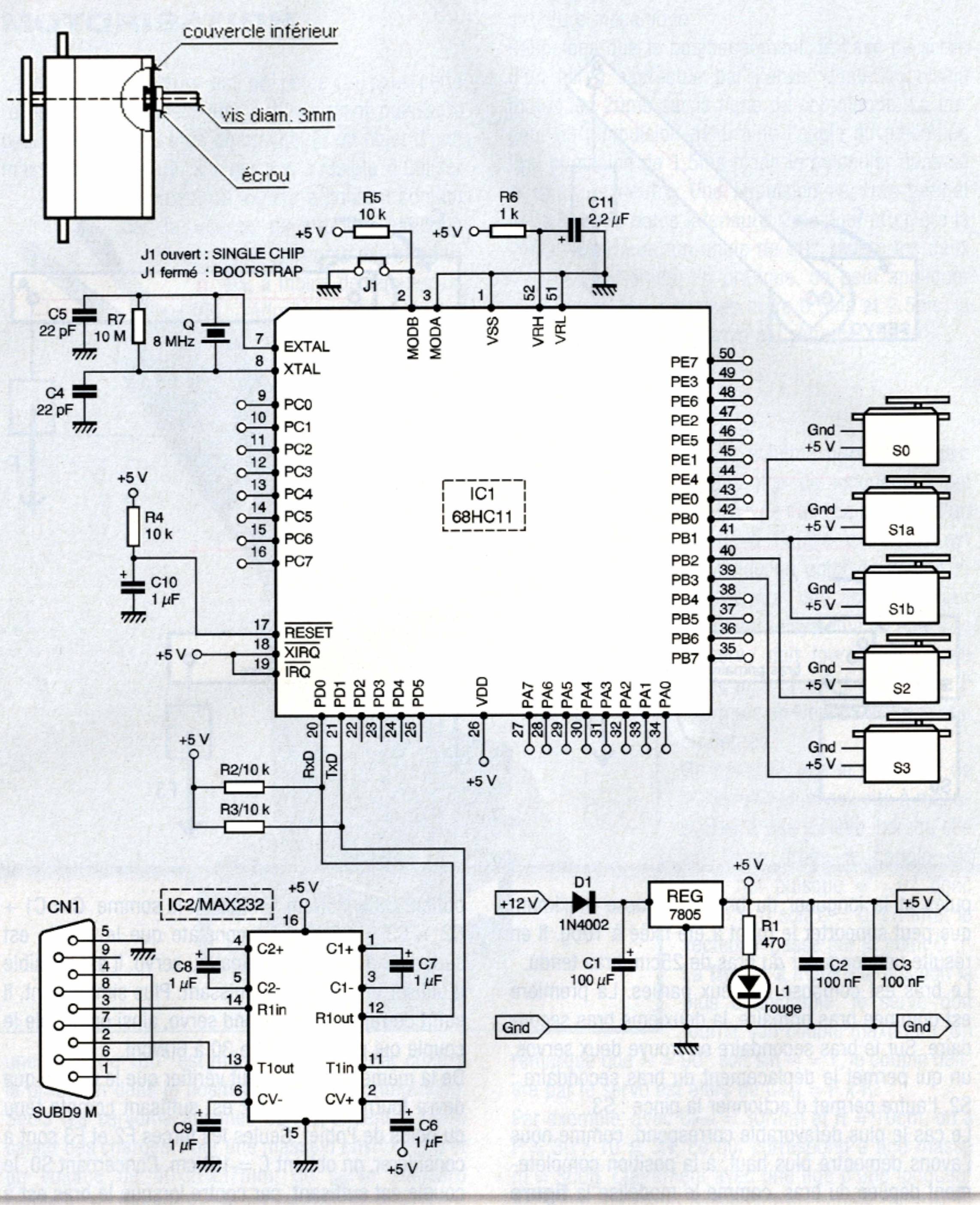
*Une des séquences du bras manipulateur*

**FIGURE 4**

*Pour le maintien du bras secondaire par rapport au bras primaire, il faut créer un axe artificiel sur le servo*

**FIGURE 5**

*L'électronique fait appel à un microcontrôleur de la famille des 68HC11*




90°, le centre de gravité est très déporté, il en résulte un effort important sur l'axe du servo, il est conseillé d'utiliser un servo avec un axe monté sur roulement à billes.

Il faut, bien entendu, se garder une marge de sécurité puisque la masse de la structure a été négligée dans les calculs.

## STRUCTURE

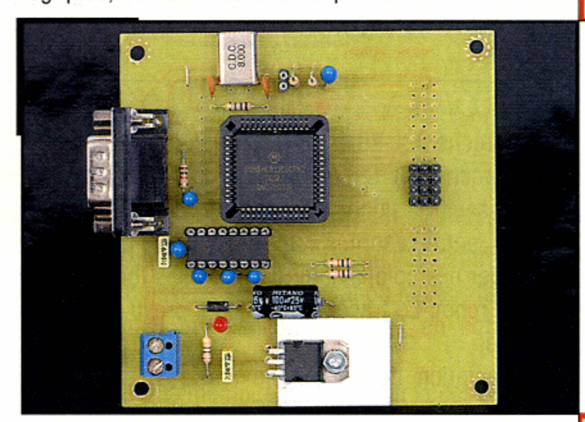
La partie fixe du robot (socle) est constituée de deux plaques d'époxy de 9x9cm. La première doit être cuivrée, car elle recevra toute la partie électronique. La seconde sera découpée pour recevoir le servo S0. L'assemblage des deux plaques, à 3,5cm l'une de l'autre, est assuré par 4 tiges filetées. L'axe du servo est solidaire de la partie baptisée tourelle. Là encore une plaque d'époxy de 6,5x9cm sert de socle de base à la partie rotative du bras.

Sur la tourelle prennent place deux servos qui assurent le déplacement des bras primaires. Chaque servo est maintenu par deux équerres en aluminium. L'axe de chacun des servos est solidaire de la pièce notée 3 sur le schéma, il faudra donc la réaliser en

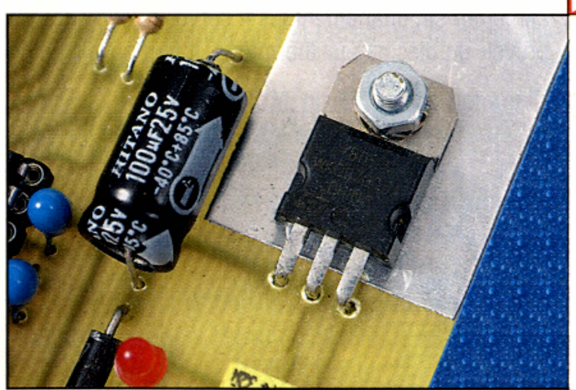
deux exemplaires. Notez que les pièces 3 et 4 sont réalisées en bakélite comme le montre les photos, mais ce n'est pas une obligation, l'époxy convient parfaitement. Le bras secondaire est constitué de deux rectangles (pièce 4) qui viennent prendre en sandwich deux autres servos : S2 et S3. Le premier assurant l'articulation, le second permet d'ouvrir ou de fermer la pince. Pour le maintien correct du bras secondaire par rapport au bras primaire, il est nécessaire de créer un axe artificiel sur le servo S2. Comme le montre la **figure 4**. Une vis de diamètre 3mm est simplement vissée dans le couvercle inférieur du servo préalablement démonté. Attention, la tête de la vis ne doit pas toucher le circuit électronique sinon gare au court-circuit ! La pince est constituée de deux doigts façonnés dans des chutes d'époxy. Un doigt est solidaire de la structure, le deuxième est mobile, il est actionné par le servo S3. Consultez les photos pour comprendre le mécanisme.

## ÉLECTRONIQUE

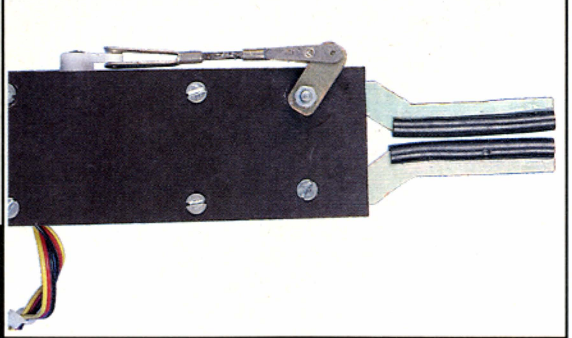
Comme le montre la **figure 5**, le cœur du montage est un microcontrôleur de la famille des 68HC11 de MOTOROLA. Il est possible d'utiliser différents modèles : le 68HC11E1 qui dispose d'une EEPROM de 512 octets ou le 68HC811E2 qui dispose d'un espace mémoire deux fois plus important, soit 2048 octets d'EEPROM. Cela peut sembler du luxe puisque le programme ne fait que 120 octets, mais si l'on tient compte du fait qu'il est à peine plus cher que le E1, c'est un bon investissement. Surtout, il vous sera possible de faire évoluer le programme de base pour développer votre propre application.
Lorsque l'on utilise un microcontrôleur, le nombre de composants annexes est toujours très réduit. On retrouve le classique quartz d'une fréquence de 8 MHz associé à une résistance de 10 MΩ et de deux condensateurs céramiques de 22 pF. La valeur du quartz est très importante car c'est de là que dépend la bonne marche du 68HC11. La fréquence de 8 MHz n'est pas innocente car elle permet de disposer des principales fréquences d'utilisation du port RS232, celle de base étant de 9600 bauds. Ce qui permet aussi de programmer le 68HC11 in situ puisque la fréquence de communication est alors de 1200 bauds (la fréquence de base est divisée par 8).
Le circuit de reset est basé sur une simple cellule composée d'une résistance et d'un condensateur au tantale. Une des caractéristiques intéressantes du 68HC11 est qu'il dispose de son propre port série mais qui fonctionne en logique TTL. Il s'agit d'une liaison série asynchrone ou SCI. Elle est comparable aux UART classiques que l'on trouve en informatique. L'interfaçage est toutefois possible à condition d'adapter les niveaux de tension, c'est le rôle du circuit MAX232. Le signal d'une tension nominale de ±10V envoyé du PC via la ligne TxD est abaissé à 0/5V. Inversement, le signal envoyé du 68HC11 au PC via la ligne RxD passe de 0/5V à +/-10V. Aucune alimentation supplémentaire n'est nécessaire, le MAX232 dispose d'un circuit à pompe de charge utilisant 4 condensateurs au tantale de 1 µF.
Le mode de fonctionnement du microcontrôleur est défini par la mise en place ou non du cavalier $J_1$. S'il est en place, le mode Bootstrap est actif. Le microcontrôleur est dans ce cas prêt pour recevoir le programme et à le placer dans son EEPROM. Si le cavalier $J_1$ est retiré, on est alors en mode circuit seul, c'est le programme situé en EEPROM qui tourne.
Concernant les différents ports d'entrées/sorties logiques, seules 4 sorties du port B sont utilisées :



*La carte imprimée ne comporte que très peu de composants*




*On disposera d'un petit dissipateur aluminium pour le régulateur 5v*



*Présentation de la pince*

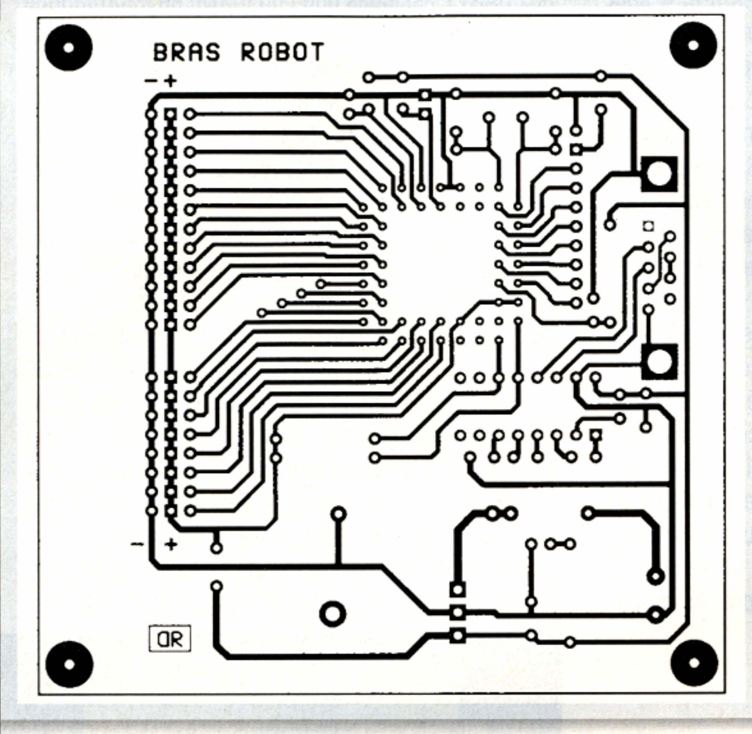



**FIGURE 6**
*Tracé du circuit imprimé.*

PB0 (broche 42), PB1 (broche 41), PB2 (broche 40) et PB3 (broche 49). Chaque ligne pilote directement un servo, seule la ligne PB1 en pilote deux. Toutes les autres entrées/sorties du µC restent disponibles pour, par exemple, ajouter de nouvelles fonctionnalités au robot. Le tracé est d'ailleurs prévu en conséquence.

L'alimentation de l'ensemble (carte + servos) est confiée à un régulateur 7805 qui est suffisant pour alimenter simultanément les 4 servos, à condition de prévoir un dissipateur thermique. Il faut savoir qu'un servo peut consommer un courant de l'ordre de 800mA lorsqu'il fournit son couple maximum. Si vous utilisez le robot dans ces conditions extrêmes, il est plus prudent d'opter pour un régulateur 78T05 qui peut débiter un courant de 3A.

## RÉALISATION

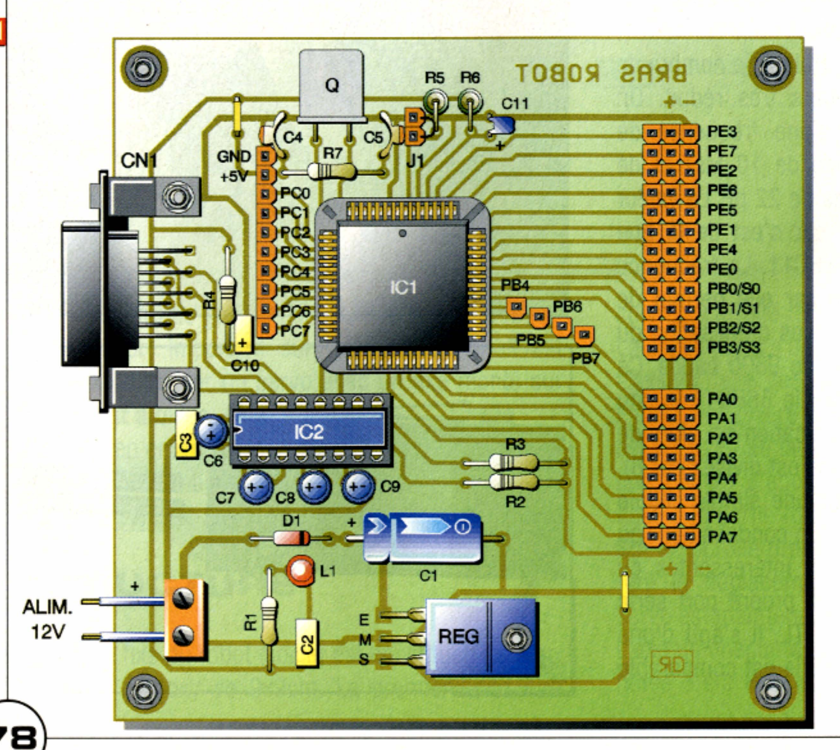
Le tracé du circuit vous est présenté **figure 6**, le schéma d'implantation **figure 7**.

La gravure du circuit ne doit pas poser de problème. Les pistes sont relativement larges et espacées. Point important concernant le perçage : utilisez impérativement un foret de 0,8 mm de bonne qualité et de préférence neuf. Dans le cas contraire, vous risquez d'arracher les pastilles destinées au 68HC11 qui possèdent un diamètre relativement faible.

Concernant la mise en place des composants, soyez minutieux lorsque vous arrivez au support PLCC. D'abord repérez le coin biseauté et orientez correctement le support puis insérez-le dans la plaque d'époxy. Il ne faut surtout pas faire pénétrer le support en force sinon, à l'arrivée, il va vous manquer des pattes à souder !

Dans un premier temps, ne mettez pas en place le MAX232 ni le 68HC11. Alimentez le circuit et vérifiez que la tension délivrée est bien de +5V et qu'elle est présente aux endroits prévus. Si tout va bien, vous pouvez passer à la programmation du 68HC11.

**FIGURE 7**
*Implantation des éléments*




## PROGRAMMATION DU 68HC11

Le programme «ManipE1.rec» est destiné aux utilisateurs du 68HC11E1, «ManipE2.rec» pour ceux qui préfèrent le 68HC811E2. Tout d'abord, copiez les fichiers relatifs à PCBUG11 ainsi que le fichier précédent dans un répertoire de votre disque dur, par exemple C:\BrasManip.

Reliez le module de comman-

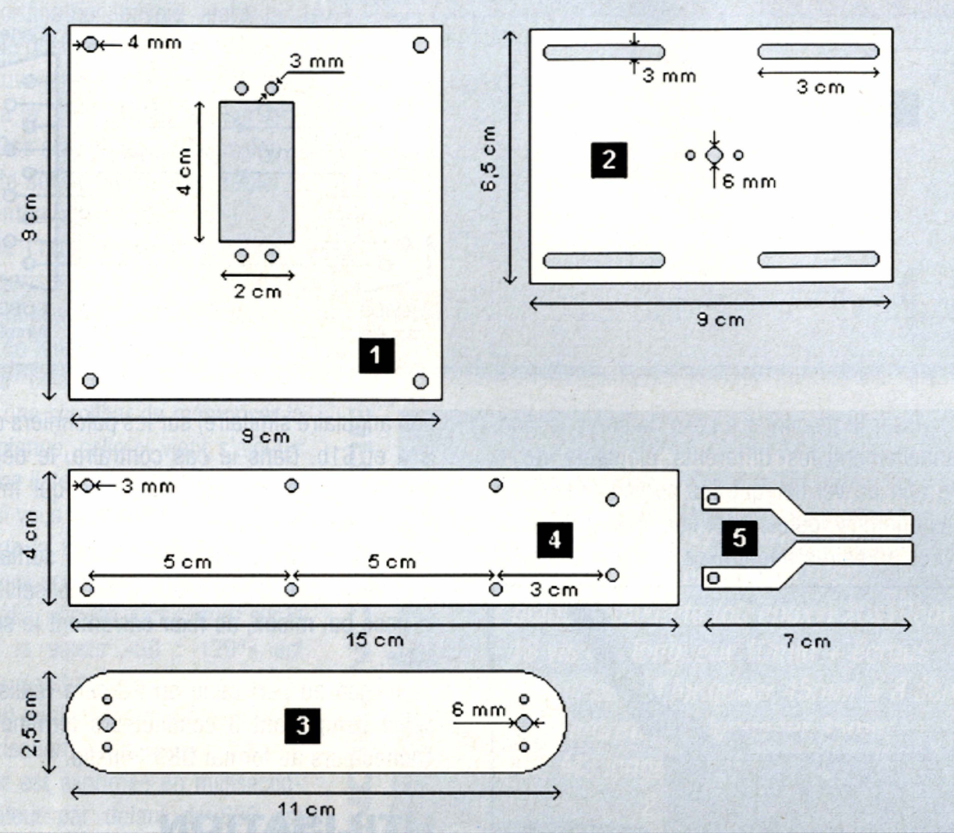



**FIGURE 8**

*Tous les éléments constitutifs du robot. Le socle est notamment constitué de deux plaques d'epoxy de 9x9 cm*

de au port COM1 de votre PC. Le cavalier J1 doit être en place pour être en mode Bootstrap (MODB=0), puis mettez la carte sous tension (servos non connectés).

68HC11E1 (ManipE1.rec)
Lancez l'exécution du logiciel par la commande PCBUG11 –A
Pour tester la liaison série entre le µC et le PC : tapez CTRL+R, si le message «Communications synchronised» s'affiche tout va bien. Dans le cas contraire, on obtient le message «communication faults», faites un reset manuel et relancez PCBUG11 en entrant la commande restart.
Déverrouillez la mémoire EEPROM par la commande : mm $1035 entrez la valeur $10
Définissez la location de l'EEPROM par la commande : eeprom $B600 $B7FF
Effacez ensuite l'EEPROM du HC11 en entrant la commande : eeprom erase bulk.
Chargez le programme par la commande : loads C:\BrasManip\ManipE1.rec (dans la fenêtre principale s'affiche le nombre d'octets programmés)

68HC811E2 (ManipE2.rec)
Lancez l'exécution du logiciel par la commande PCBUG11 –A
Pour tester la liaison série entre le µC et le PC : tapez CTRL+R, si le message «Communications synchronised» s'affiche tout va bien. Dans le cas contraire, on obtient le message «communication faults», faites un reset manuel et relancez PCBUG11 en entrant la commande restart.
Déverrouillez la mémoire EEPROM par la commande : mm $1035 entrez la valeur $10
Définissez la location de l'EEPROM par la commande : eeprom $F800 $FFFF
Effacez ensuite l'EEPROM du HC11 en entrant la commande : eeprom erase bulk.
Chargez le programme par la commande : loads C:\BrasManip\ManipE2.rec (dans la fenêtre principale s'affiche le nombre d'octets programmés)

Maintenant que le 68HC11 est programmé, coupez l'alimentation puis retirez le cavalier J1 pour activer le mode circuit seul (MODB=1).

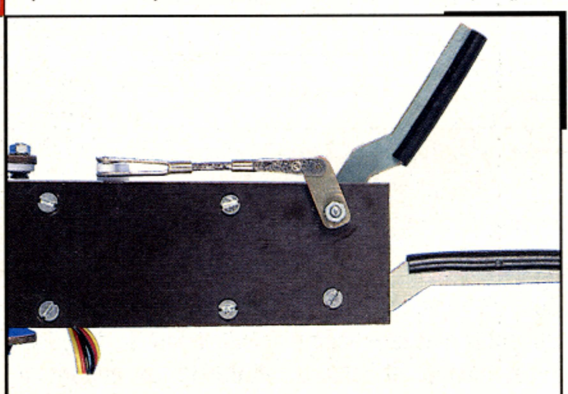
## CÂBLAGE ET RÉGLAGE

Commencez par relier les différents servos au module de commande, consultez la **figure 9** pour le brochage d'un servo de la marque HITEC. Si vous avez pris soin de souder sur la carte des barrettes mâle au format HE14, la connexion du servo est directe.
La sortie PB0 pilote deux servos simultanément, pour cela il faut confectionner une connexion des câbles dite en «Y». Il suffit de mettre en commun les conducteurs des deux servos.

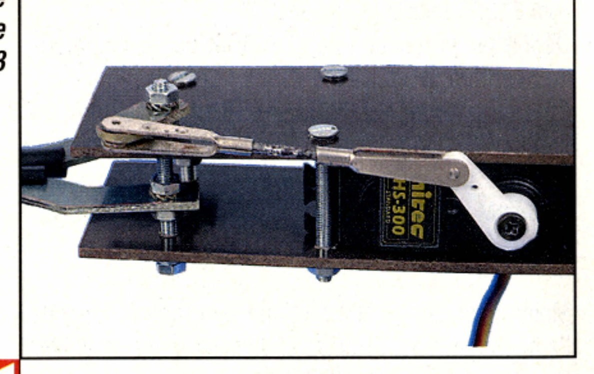
**FIGURE 9**
*Brochage d'un servo de la marque HITEC*

**FIGURE 10**
*Cordon de liaison au PC*

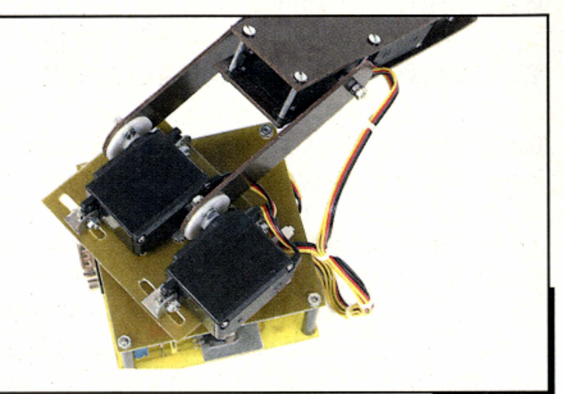
Avant de visser le palonnier à l'axe du servo, actionnez manuellement les différents éléments de la structure afin de vérifier que les servos arrivent en butée aux endroits voulus. Attention, il est primordial que les bras primaires soient fixés à l'identique (position angulaire similaire) sur les palonniers des servos S1a et S1b. Dans le cas contraire, le déplacement des bras n'est pas synchrone ce qui implique un vrillage de la structure.



*La pince est notamment constituée de deux doigts façonnés dans des chutes d'epoxy*



*Un doigt reste solidaire de la structure et l'autre est actionné par S3*



*Sur la tourelle prennent place les deux servos qui assurent le déplacement des bras primaires*

Le socle n'ayant pas une masse suffisante pour assurer la stabilité du robot, il est conseillé de lester la base ou, mieux, de fixer carrément le socle sur la table.

La liaison au port série du PC sera réalisée par un câble comportant 3 conducteurs terminé par deux connecteurs au format DB9 femelle.

## UTILISATION

Le logiciel «BrasManip.exe» développé avec la version 4 de DELPHI fonctionne sous l'environnement Windows. La gestion du port RS232 est totalement prise en charge. Il suffit de cliquer sur le menu «port» puis sur «paramètres» pour définir toutes les options de communication. Vous avez la possibilité de piloter le bras sur le port COM1 ou COM2. La vitesse de transmission sera de 9600 bauds. Le format de donnée est de 8 bits et pas de contrôle de parité (voir copie d'écran). Une fois que vous avez défini tous ces paramètres, ils seront sauvegardés dans la base de registre de Windows. Ainsi, lors de la prochaine utilisation du logiciel, vous retrouverez vos réglages. Une action sur le bouton «ouvrir» permet d'activer le port série sélectionné.

Le positionnement de chacun des servos s'effectue par une barre de défilement appelée scrollbar, il s'agit d'un composant standard de DELPHI. On retrouve ce type d'objet dans de nombreux programmes, elle est souvent utilisée pour faire défiler du texte à l'intérieur d'une fenêtre.

L'écran comporte 4 scrollbars, chacune étant associée à un servo. Dans notre cas, il suffit de déplacer le curseur à l'aide de la souris ou avec les flèches du clavier pour positionner l'axe du servo selon l'angle désiré.

Chaque scrollbar porte un numéro. Par exemple la scrollbar associée à la sortie PB0 porte le numéro 0. A chaque action sur cette scrollbar, le chiffre «1» est envoyé sur le port série. Le µC répond par le caractè-

re «?», l'ordinateur envoie alors la consigne de positionnement, consigne qui est sauvegardée dans la RAM du µC, jusqu'à la prochaine action sur la scrollbar. Des scrollbars de dimension plus réduite sont utilisées pour régler précisément la position du neutre.

L'intérêt de l'ordinateur est que l'on peut mémoriser des séquences de déplacement et ensuite les faire exécuter autant de fois que l'on souhaite au robot. Pour cela, il suffit à chaque action sur une scrollbar de mémoriser la position obtenue, celle-ci vient s'ajouter dans la zone liste à droite de l'écran. Par exemple, si vous souhaitez positionner le servo S0 de la tourelle à 129°, il suffit d'actionner la scrollbar 0 jusqu'à obtenir la valeur 129°, ensuite vous cliquez sur le bouton et la valeur «S0 : 129°» est mémorisée. Il est possible de mémoriser jusqu'à 200 déplacements élémentaires.

La temporisation entre chaque pas de programme est exprimée en millisecondes, la valeur par défaut de 600 est recommandée. Plus cette valeur est faible, plus le robot est rapide, si cette valeur est inférieure à 600, vous risquer de perdre certains pas de programme car les servos n'ont pas le temps de se positionner correctement, Il faut savoir que la vitesse de déplacement maximum d'un servo est de 190ms/60° (donnée constructeur), soit 570ms/180°. Une fois que votre programme est composé, un click sur le bouton «START» lance l'exécution.

Si vous êtes satisfait de votre programme, il est possible de le sauvegarder pour une prochaine utilisation. Allez dans le menu «programme» puis cliquez sur «enregistrer», une boîte de dialogue vous invite à inscrire un nom de fichier qui, par défaut, portera l'extension «.bra». Pour le rappeler ultérieurement, cliquez sur «charger» et sélectionnez le fichier désiré.

Notez la barre d'état située au bas de la fenêtre qui signale la largeur de l'impulsion envoyée exprimée en millisecondes, ainsi que l'angle compris entre 0 et 180°.

D. REY

**FIGURE 10**
*Vue d'écran*

## NOMENCLATURE

### Mécanique

5 servos HITEC HS-300 (ou équivalent)
1 plaque époxy cuivrée 9x9mm
1 plaque époxy 10x10cm
2 plaques bakélite (ou époxy) 20x10cm
18 vis M3 longueur 10mm + écrous
4 tiges filetées M3 longueur 45mm + 8 écrous
4 entretoises longueur 35mm
9 vis M3 longueur 25mm + 20 écrous
2 chapes M3
1 sachet de rondelles

### Électronique

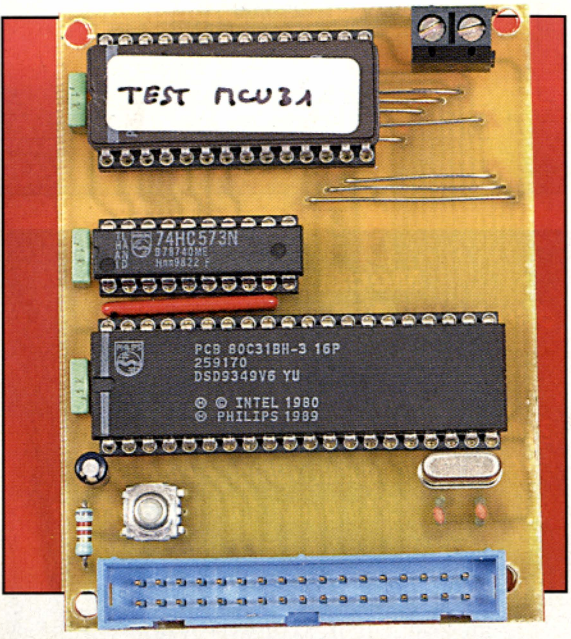
$R_1$ : 470 Ω
$R_2$ à $R_5$ : 10 kΩ
$R_6$ : 1 kΩ
$R_7$ : 10 MΩ
$C_1$ : 100 µF/15V chimique horizontal
$C_2$, $C_3$ : 100 nF LCC jaune
$C_4$, $C_5$ : 22 pF céramique
$C_6$ à $C_{10}$ : 1 µF/10V tantale
$C_{11}$ : 2,2 µF/10V tantale
Q : quartz 8 MHz
$IC_1$ : 68HC11E1 ou 68HC811E2 + support PLCC 52 broches
$IC_2$ : MAX232 + support DIP 16 broches
REG : 7805 + dissipateur thermique
$L_1$ : LED rouge ∅ 3mm
$D_1$ : 1N4002
$J_1$ : cavalier
$CN_1$ : connecteur DB9 femelle
1 bornier à vis 2 plots
1 morceau de barrette sécable 12 points HE10 mâle

Câble de liaison PC -> carte
2 connecteurs DB9 femelle à câbler
1 câble 3 conducteurs

# MCU31

*Malgré l'arrivée en force de nouveaux microcontrôleurs avec mémoire FLASH intégrée et programmation ISP, il nous reste tous, dans des fonds de tiroirs, de "bons vieux" circuits à mémoire de code externe. Il serait en effet dommage de les mettre au rebut, surtout si l'on dispose d'un programmateur d'EPROM. Pour un coût qui devient négligeable, cette carte peut remplir une multitude de fonctions nécessaires au pilotage d'un robot : gestion des capteurs, contrôle des moteurs ou extensions spécifiques.*

On dispose ainsi d'une EPROM de 8 ko, d'une liaison sérielle TTL, de 8 entrées/sorties classiques, de 2 lignes d'interruption externes et de 2 entrées TIMER.




Le cœur du montage est un microcontrôleur 8031 (possibilité de le remplacer par un 8032, 8051 ou 8052) cadencé par le quartz $Q_1$ de 11,0592 MHz. Cette fréquence d'horloge permet de générer facilement les taux de transfert de l'UART.
Elle utilise les ports P3.0 et P3.1, respectivement RD et TD.
L'EPROM 27C64 contient le code à exécuter. Elle est directement pilotée par la ligne /PSEN du microcontrôleur.
L'octuple latch $U_3$ permet le démultiplexage des données et adresses basses du port P0. Le port P2 fournit, quant à lui, les adresses hautes. La mémorisation des adresses A0..A7 se fait par le signal ALE.
La broche RESET est reliée à $PB_1$, pour une remise à zéro manuelle. Le circuit $C_4/R_1$ initialise le microcontrôleur à la mise sous tension.
L'alimentation +5V de la platine se fait au travers du bornier à vis $JP_1$. En fonction de la technologie du microcontrôleur, la consommation du circuit peut varier dans de grandes proportions :
EPROM CMOS + AMD8031 (standard) ≈ 115mA
EPROM CMOS + Philips80C31 (CMOS) ≈ 12mA
Les lignes des ports P1 et P3 peuvent piloter des charges équivalentes à 4 entrées TTL LS.

## RÉALISATION

La réalisation de la carte est aisée : on placera en premier lieu les straps et supports DIL. Viendront ensuite les condensateurs, le bornier et le connecteur 34 broches.
Après avoir éventuellement vérifié la présence de la tension d'alimentation sur les différents supports, on pourra mettre en place les circuits intégrés.

### Brochage du connecteur d'alimentation

| Gnd | Vcc |
|---|---|
| 2 | 1 |

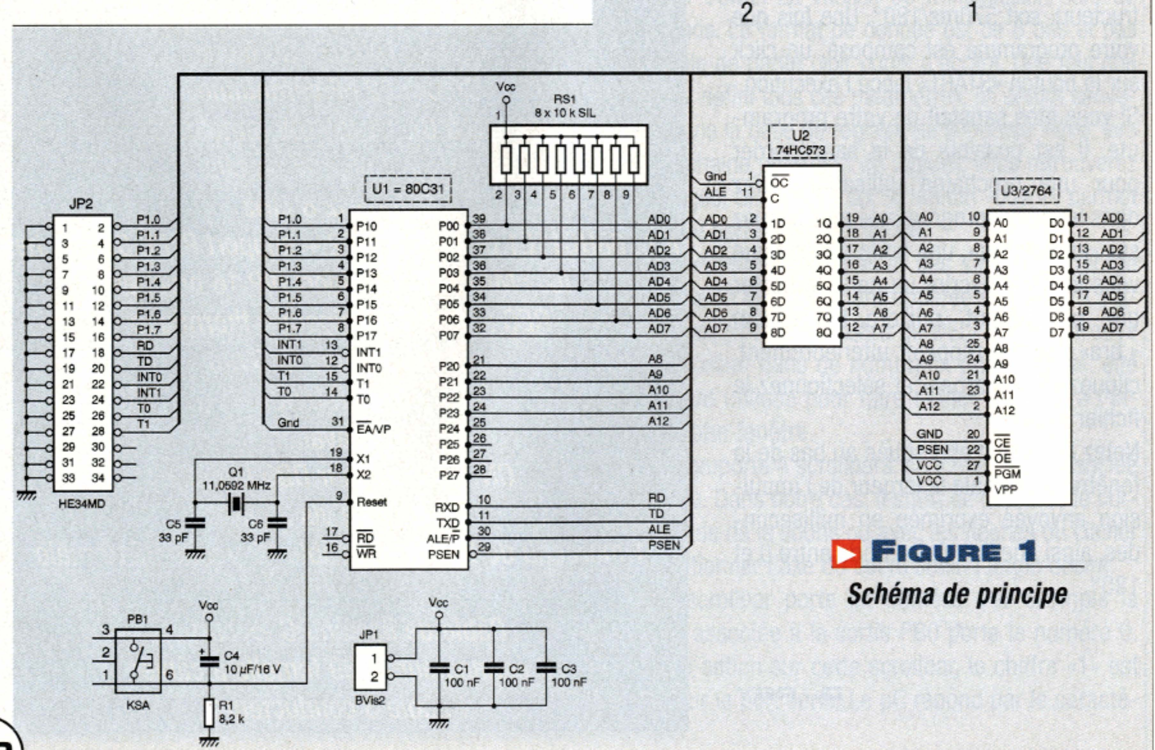


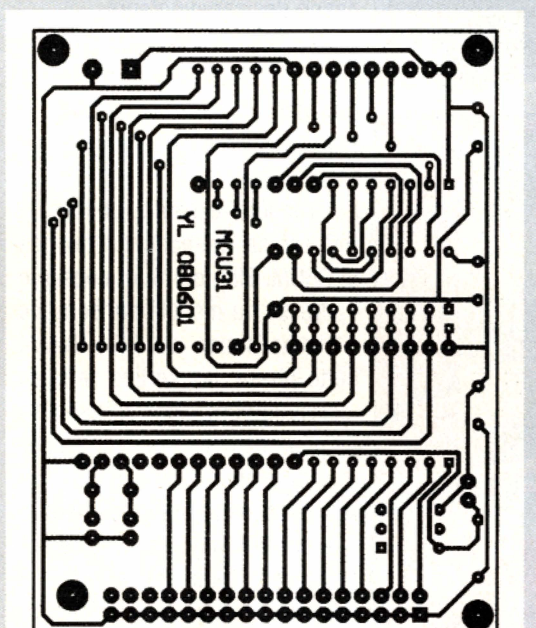

**Figure 1**
*Schéma de principe*

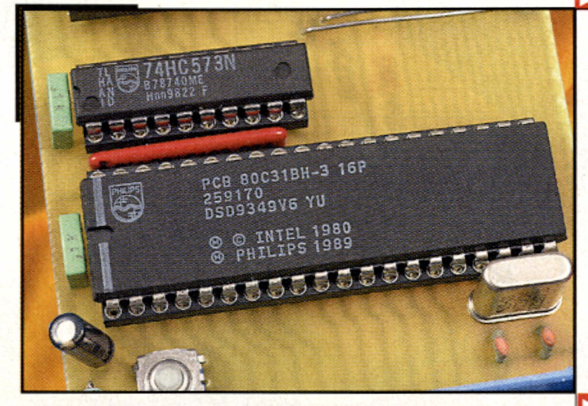
### Brochage du connecteur 34points

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1.0 | P1.1 | P1.2 | P1.3 | P1.4 | P1.5 | P1.6 | P1.7 | RD | TD | Int0 | Int1 | T0 | T1 | | | |
| 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 31 | 33 |
| Gnd | | | | | | | | - | | | | | | | | Gnd |

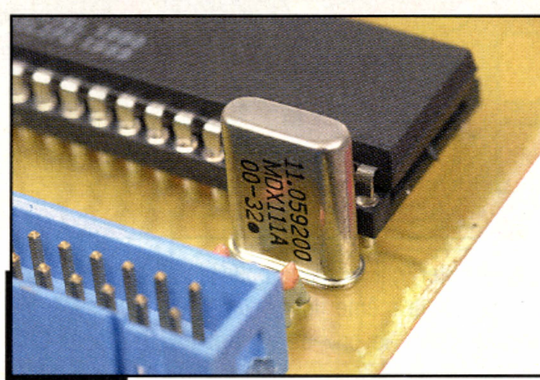
Pour l'écriture du code, on peut se servir de l'exemple ci-dessous pour démarrer. De nombreux outils de compilation et/ou de simulation sont disponibles sur Internet ou auprès de sociétés spécialisées, en fonction du logiciel souhaité.

**Y. LEIDWANGER**




*Le microcontrôleur 8031 pourra le cas échéant être remplacé par un 8032 ou8051*




*Place du quartz 11,0592 MHz*

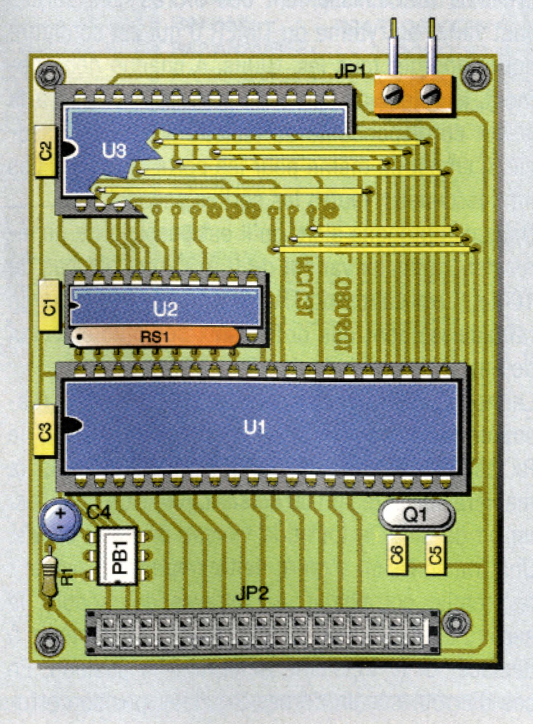



**Figure 2**

*Tracé du circuit imprimé*

**Figure 3**

*Implantation des éléments. Attention aux nombreux straps placés sous le circuit U3*

**NOMENCLATURE**

$U_1$ : 80C31 + support DIL40
$U_2$ : 74HC573 + support DIL20
$U_3$ : 27C64 + support DIL28
$C_1$ à $C_3$ : 100 nF
$C_4$ : 10 µF/16V
$C_5$, $C_6$ : 33 pF
$R_1$ : 8,2 kΩ
$RS_1$ : 8x10 kΩ SIL
$JP_1$ : BVis2
$JP_2$ : HE34 MD
$PB_1$ : touche KSA
$Q_1$ : 11,0592 MHz

# MODULE DE POUR SERVO

***Le montage que nous proposons dans cet article nous simplifie les neurones et surtout ceux de notre microcontrôleur préféré. Il s'agit d'un module de gestion permettant de commander jusqu'à 20 servomoteurs avec une résolution de 100µs, soit une résolution angulaire de 9°.***

Commençons par décrire les fonctionnalités de ce module. Les servomoteurs peuvent être commandés individuellement, par groupes (1 groupe de 8 et 2 groupes de 6 et/ou 2 groupes de 4 et 4 groupes de 3) ou bien être tous adressés d'un bloc.
Le module possède une adresse et s'interface par une liaison série (précisons que le module ne fait "qu'écouter"), il est donc possible d'en mettre plusieurs sur la même ligne avec des adresses différentes. Enfin, le prix de revient de ce module est réduit.
Examinons maintenant l'électronique. Nous comprenons en examinant le schéma électrique que ce paragraphe sera court. En effet, il n'y a que trois composants actifs : un régulateur 5V ($U_1$), un microcontrôleur PIC16F873 ($U_2$) et un transistor BC547 ($Q_1$).
Le régulateur $U_1$, associé aux condensateurs $C_1$, $C_2$ et $C_3$, constitue l'alimentation du montage. La LED $D_1$, avec sa résistance de limitation de courant $R_1$, atteste de la mise sous tension du montage.
Le PIC est, lui, associé à 6 composants :
- $Y_1$, $C_7$, $C_8$ et $R_3$ constituent les éléments permettant l'oscillation,
- $C_6$ : condensateur de découplage pour le PIC,
- $R_2$ : résistance de rappel nécessaire en sortie de la broche RA4 (sortie à drain ouvert).

Le transistor $Q_1$, avec les résistances $R_4$ et $R_5$, constitue l'étage de réception pour une liaison série de type RS232. Nous n'avons pas besoin d'un traditionnel MAX232 étant donné que notre module est uniquement en réception. Le cavalier $J_{24}$ détermine la provenance de la liaison série : soit directement d'un autre microcontrôleur par le connecteur $J_{23}$ soit en provenance d'une liaison normalisée RS232 par le connecteur $P_1$.
Pour finir la description électrique, nous trouvons 20 connecteurs de $J_1$ à $J_{20}$ permettant de connecter les servomoteurs (connecteur type FUTABA). Le connecteur $J_{22}$ fournit l'alimentation des servomoteurs.
Nous comprenons donc que la difficulté, si difficulté il y a, ne réside pas dans le hard mais dans le soft. Examinons la structure du programme.
La première ressource utilisée du PIC est sa mémoire de donnée EEPROM. Elle fournit et conserve l'adresse du module qui sera lue à l'initialisation du PIC. Durant cette phase, les sorties vers les servomoteurs sont initialisées pour délivrer des impulsions d'une durée de 1,5 ms correspondant théoriquement à la position médiane des servomoteurs. L'utilisation de 3 tableaux à 40 entrées définit l'état de sortie des ports RA, RB et RC pour les 4 premiers millièmes de secondes du cycle de rafraîchissement des ordres. Les sorties vont varier au rythme du TIMER 0 qui est configuré pour déborder tous les 100µs. A chaque débordement, la valeur de sortie du port RA est figée à la valeur correspondante au tableau qui lui est associé. Il en est de même pour les ports RB et RC. Les 4ms terminées, toutes les sorties passent à 0.
Nous comprenons alors qu'il est possible de générer des créneaux variant de 0 à 3,9 ms par pas de 100µs. L'utilisation du TIMER 1 donne le rythme de rafraîchissement des ordres aux servomoteurs qui doit avoir une période de 20ms environ.
Le module de transmission série est la dernière ressource utilisée sur le PIC. Plus précisément seul le Rx est mis à contribution. Il est configuré de la manière suivante : un bit de start, 8 bits de données, un bit de stop, le tout à la vitesse de 9600 bauds. Une transmission d'ordre doit comporter 3 octets : le premier correspond à l'adresse du module, le second au numéro ou au groupe de servomoteurs à déplacer et le troisième détermine la position. En cas d'erreur sur un de ces 3 octets (position erro-



# COMMANDE MOTEUR

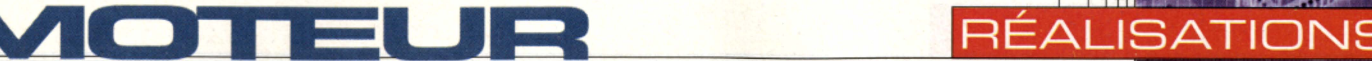


**FIGURE 1**

*Schéma de principe*

**FIGURE 2**
*Tracé du circuit imprimé*

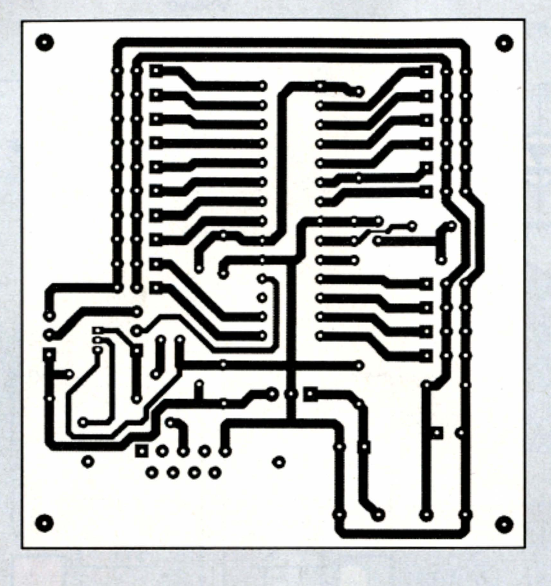


**FIGURE 3**
*Implantation des éléments*

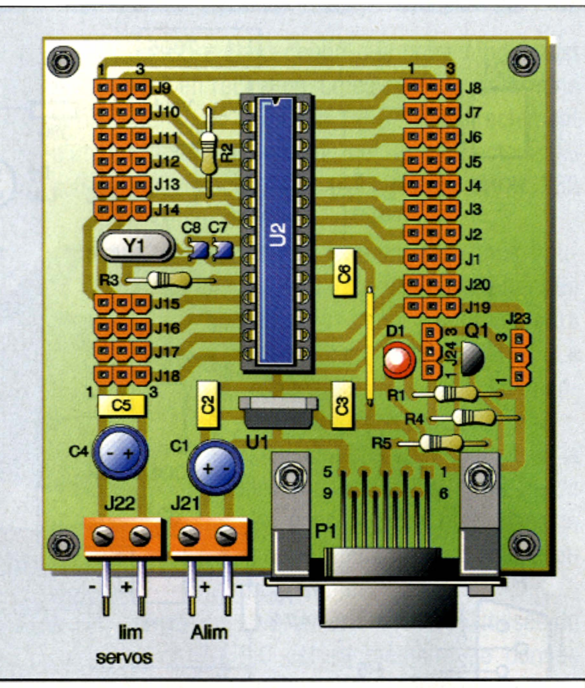
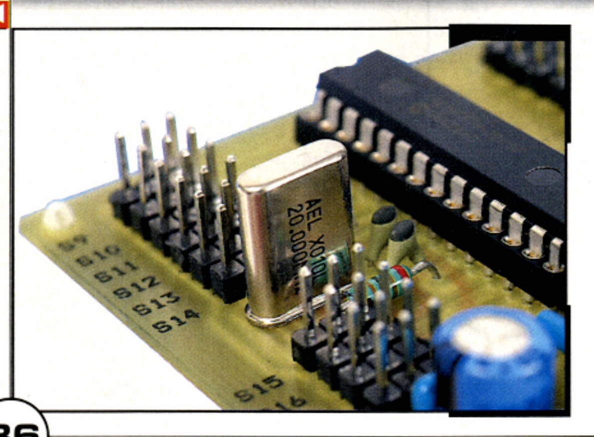



**TABLEAU 1**
*les différents ordres possibles*

| TYPE | VALEURS ADMISES |
|---|---|
| Adresse module | de 0 à 0xFF (défini lors de la programmation du PIC à l'adresse 0 de l'EEPROM) |
| N° de servomoteur | 0 à 19 : servomoteur adressé individuellement<br><br>0xbf : servomoteurs de 1 à 8<br>0xb3 : servomoteurs de 1 à 4<br>0xbc : servomoteurs de 5 à 8<br><br>0xaf : servomoteurs de 9 à 14<br>0xa3 : servomoteurs de 9 à 11<br>0xac : servomoteurs de 12 à 14<br><br>0xcf : servomoteurs de 15 à 20<br>0xc3 : servomoteurs de 15 à 17<br>0xcc : servomoteurs de 18 à 20<br><br>0xff : servomoteurs de 1 à 20 |
| Position | de 0 à 39 (de 0ms à 3,9ms) |




*Présentation des connecteurs destinés aux servomoteurs et aperçu du quartz 20MHz*

née, numéro de servomoteur incohérent, etc.), le module se replace en attente d'une transmission d'ordre. Le **tableau 1** récapitule les différents ordres possibles (0x.. correspond à une valeur hexadécimale).

Exemple

Nous voulons positionner les servomoteurs 5 à 8 à une valeur de 1,9ms : si l'adresse du module est 0xff, nous devrons envoyer la séquence suivante : 0xff, 0xbc,19.




## RÉALISATION

La réalisation ne comporte aucune difficulté. Nous commencerons à souder les composants les moins encombrants. Le strap peut prendre la forme d'une résistance de valeur nulle.
Le montage doit fonctionner dès la mise sous tension mais, pour plus de sécurité, nous vérifierons la distribution des alimentations avant d'enficher le PIC et de brancher des servomoteurs. L'alimentation présente sur le connecteur $J_{21}$ devra être d'au moins 7V pour que le régulateur $U_1$ fonctionne correctement.
Le programme Servo.hex correspond au code avec lequel le PIC devra être programmé. L'adresse du module correspond à la valeur sauvegardée en début d'EEPROM (adresse 0).
Le programme Servo.exe (pour PC) permet de tester directement le module en le reliant au port série de votre ordinateur (configurez correctement le cavalier $J_{24}$).

En conclusion, ce module vous facilitera grandement la gestion des servomoteurs tout en économisant les ressources du système qui le commandera.

**L. RECHER**

### NOMENCLATURE

*$C_1$, $C_4$ : 100 µF/25V*
*$C_2$, $C_3$, $C_5$, $C_6$ : 100 nF*
*$C_7$, $C_8$ : 15 pF*
*$R_1$ : 330 Ω*
*$R_2$, $R_4$ : 4,7 kΩ*
*$R_3$ : 100 Ω*
*$R_5$ : 100 kΩ*
*$D_1$ : LED*
*$Q_1$ : transistor BC547*
*$U_2$ : PIC16F873-20SP (ou ISP) (FARNELL)*
*$U_1$ : régulateur 7805*
*$P_1$ : connecteur SUBD9 femelle*
*$J_1$ à $J_{20}$, $J_{23}$, $J_{24}$ : embases mâles droites simple rangée de 3 broches (au pas de 2,54mm)*
*$J_{21}$, $J_{22}$ : borniers 2 pôles*
*$Y_1$ : quartz 20 MHz*
*1 cavalier pour le connecteur $J_{24}$*

# BON DE COMMANDE DU CD-ROM MICROS & ROBOTS N°3




**CE coffret CD-ROM contient tous les circuits imprimés et programmes du n°3 de Micros & Robots + de nombreuses démonstrations.**

**Au sommaire du n° 3 :** Carte télémètre IR Wany - Boussole électronique - Module ultrasonique hautes performances - Soudure - Servomécanismes de radiocommande - Robot mobile intelligent programmable - MCU 31 - Module de commande pour servomoteurs - Contrôleur de moteurs pas à pas sans circuit spécialisé - Liaison RS232 sans fil - Des robots en bois - Le robot HexAvoider de LEXTRONIC - Maîtriser son robot Mindstorm- Roue à codeur incrémental - Des robots...très joueurs- Tête humanoïde - Dragon - Bras manipulateur - Les fondements de la robotique - Grand Concours Robotique 2002

**et aussi des vidéos de robots en action, le règlement du concours de robotique 2002, des centaines de pages d'informations techniques et commerciales, catalogues, sites internet, etc.**

**EXCLUSIF VERSION LIMITEE DU LOGICIEL SDK-PR DE CHEZ WANY**

Coffret CD-ROM disponible mi-avril

## BON DE COMMANDE

*à retourner accompagné de votre règlement à :*

**D.I.P (CD-ROM) MICROS & ROBOTS**
18 à 24, quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19
TEL : 33 (0) 1 44 84 85 16 FAX : 33 (0) 1 44 84 85 45

**oui ! Je vous remercie de m'envoyer le double CD-ROM MICROS & ROBOTS N°3**

**Je participe aux frais d'envoi et d'emballage, je joins un chèque de 4 € à l'ordre de MICROS & ROBOTS**
*(France Métropolitaine uniquement, 4,50 € pour DOM-TOM et Étranger).*

Nom : .................... Prénom : ....................
Adresse : ....................
CP : .......... Ville : .......... Pays : ..........

1CD3




## Passionnés de robotique

**Par correspondance**

Le magazine MICROS & ROBOTS n°2 + son coffret double CD au prix exceptionnel de 7,62 € franco de port

**AU SOMMAIRE DU MAGAZINE :**

**News - i-CYBIE - Détecteur optique et à moustache - Détecteur d'obstacles - Télémètre à ultrasons - Robot MINILUX - Carte de commande CMOT - Balise infrarouge codée - MICROBUG rampant - MICROBUG courant - CYBUG scarab - Robotique et transmissions élémentaires - Plate-forme de base pour débuter - Insectes : scarabée ou coccinelle - La bestiole - Un robot avec le 68HC11 - Robot chercheur de balise**

**Contenu du coffret CD :**

Tous les PCB et programmes des montages du numéro + de nombreuses démonstrations commerciales, des vidéos de robots en action y compris vidéo I-cybie...

**Oui, je vous remercie de m'envoyer le pack Micros et Robots + coffret double CD-ROM au prix de 7,62 € franco de port (50 F)** *(France Métropolitaine uniquement, 9,15 € pour DOM-TOM et étranger).*

Nom : ....................
Prénom : ....................
Adresse : ....................
CP : .......... Ville : ..........
Pays : ....................
Email : ....................

**D.I.P** (CD-ROM) ***MICROS & ROBOTS***
***18 à 24 Quai de la Marne 75164 PARIS cedex 19***
Tél. : ***33 (0) 1 44 84 85 16*** - Fax : ***33 (0) 1 44 84 85 45***

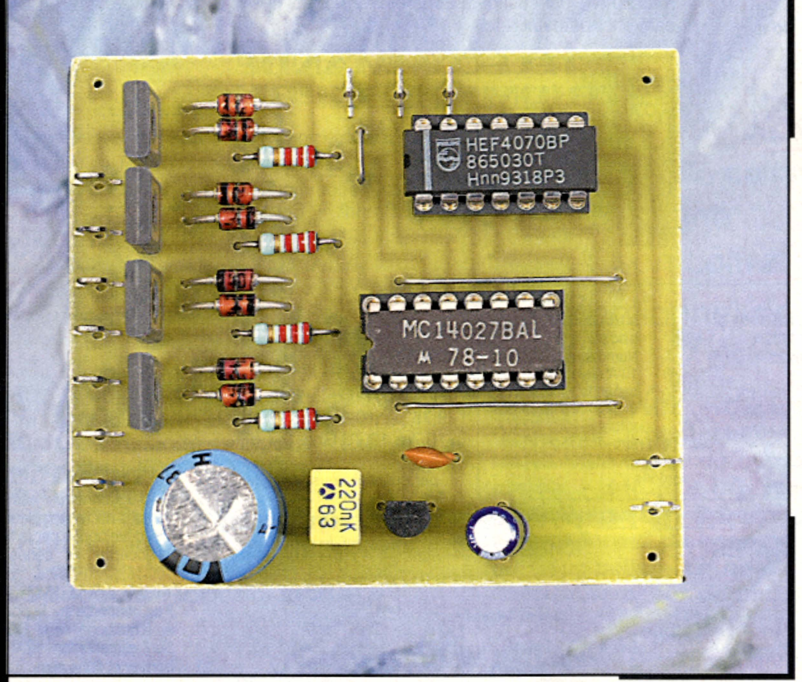
# CONTRÔLEUR PAS À PAS SANS

*La généralisation des microcontrôleurs, induite par leur simplicité de programmation sans cesse croissante, conduit bien souvent à faire appel à ces circuits dans de très nombreuses circonstances, au détriment de solutions classiques parfois plus simples à mettre en œuvre et nettement moins coûteuses. C'est le cas en ce qui concerne la commande de moteurs pas à pas qui, si elle peut faire appel avec succès à des microcontrôleurs (voir notre article dans Électronique Pratique n°238 par exemple), peut tout aussi bien être réalisée avec deux circuits logiques très ordinaires coûtant moins d'un euro à eux deux !*

Cet article vous propose donc de découvrir comment utiliser des circuits logiques classiques pour contrôler des moteurs pas à pas ce qui, comme vous allez le constater dans un instant, est fort simple.

Avant de voir le schéma utilisé, rappelons en quelques lignes comment fonctionne un moteur pas à pas. Il est en effet préférable de savoir quels signaux l'on doit produire avant de tenter de procéder à l'analyse du montage qui les génère !

## LES MOTEURS PAS À PAS




Contrairement aux moteurs à courant continu ou alternatif classiques qui tournent tant qu'ils sont alimentés, les moteurs pas à pas ne tournent que lorsqu'ils reçoivent des impulsions sur leurs bobines ; impulsions qui doivent être présentées dans un ordre bien précis pour faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre.

En raison de cette commande impulsionnelle, les moteurs ne tournent pas de manière continue mais avancent en fait, à chaque fois, d'un pas élémentaire qui varie selon le type de moteur entre 1,8° et 7,5° en général. Cette avance par pas permet au programme qui commande le moteur de connaître très précisément sa position sous réserve, bien sûr, que la charge maximum du moteur ne soit pas dépassée, ce qui le conduirait alors à ne pas avancer, même en ayant reçu les impulsions adéquates. En outre, si le moteur est alimenté mais ne reçoit plus d'impulsions, il reste verrouillé sur la position qu'il a atteinte. On dispose ainsi d'une sorte de frein électrique, toujours sous réserve de ne pas dépasser les possibilités de charge du moteur, bien sûr.

Les moteurs pas à pas les plus simples sont les moteurs dits unipolaires à quatre bobines dont le schéma de principe est visible **figure 1**. Les deux points communs des paires de bobines peuvent, selon le type de moteur, être reliés en interne - on parle alors de moteurs «à 5 fils» - ou en externe - on parle alors de moteurs à «6 fils». Pour les commander, il suffit d'appliquer ou non une tension à leurs bobines dans un ordre bien déterminé.

Dans l'autre variété de moteurs pas à pas, appelés moteurs bipolaires, il faut inverser régulièrement la polarité de la tension appliquée aux bobines ce qui complique un peu le schéma à mettre en œuvre.

Le **tableau 1** présente l'ordre dans lequel il faut alimenter les bobines d'un moteur unipolaire pour le faire tourner. Si l'on parcourt les séquences de ce tableau de 1 vers 5, on fait tourner le moteur dans le sens des aiguilles d'une montre, alors qu'un parcours inverse change son sens de rotation. En outre, chaque pas de ce tableau correspond à un pas mécanique du moteur.

Un système de commande d'un moteur pas à pas doit donc être à même de générer des impulsions dans un ordre déterminé, correspondant au parcours du tableau 1 dans un sens ou dans l'autre, ce qui aura pour effet de faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre. La vitesse de génération des impulsions, quant à elle, déterminera la vitesse de rotation du moteur puisque chaque impulsion fait passer le moteur d'un pas au suivant.

## SCHÉMA DE NOTRE CONTRÔLEUR

Le schéma de notre contrôleur à circuits logiques vous est présenté **figure 2**. Si vous le comparez à celui à base de microcontrôleur évoqué en introduction (EP n°258) ; vous constaterez qu'il est à peine plus complexe puisque le microcontrôleur y est remplacé par les deux circuits logiques $IC_1$ et $IC_2$. L'étage de puissance, quant à lui, est confié à des

transistors sur ce schéma, mais pourrait tout aussi bien faire appel à un circuit intégré spécialisé tel le célèbre L293 par exemple.

Les impulsions destinées à faire avancer le moteur sont évidemment appliquées à l'entrée PAS. Chaque impulsion fait avancer le moteur d'un pas dans un sens ou dans l'autre ; sens qui est déterminé par l'état de l'entrée de même nom.

Cette dernière agit sur les portes OU exclusif $IC_{1a}$ et $IC_{1d}$ qui sont utilisées, ici, en inverseurs programmables. Rappelons, en effet, qu'une porte OU exclusif peut être considérée, vis à vis d'une de ses entrées, comme une porte qui inverse ou non le signal qui la traverse en fonction de l'état de son autre entrée. Cela se voit très bien à la lecture de la table de vérité de la **figure 3**. Si l'entrée A est à 0, le signal appliqué sur l'entrée B se retrouve identique à lui-même en sortie (0 donne 0 et 1 donne 1). Par contre, si l'entrée A est à 1, le signal appliqué sur l'entrée B se retrouve inversé en sortie (0 donne 1 et 1 donne 0). Nous n'avons rien écrit là de bien nouveau mais nous avons tenu à préciser cette

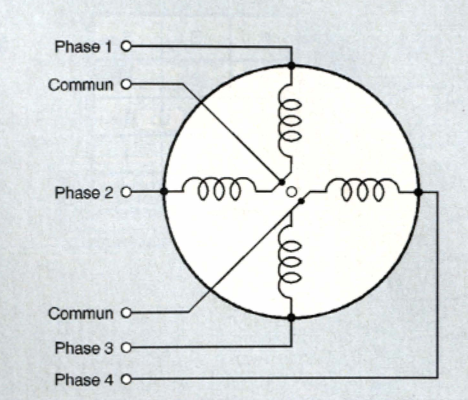



**FIGURE 1**

*Schéma de principe d'un moteur pas à pas unipolaire*

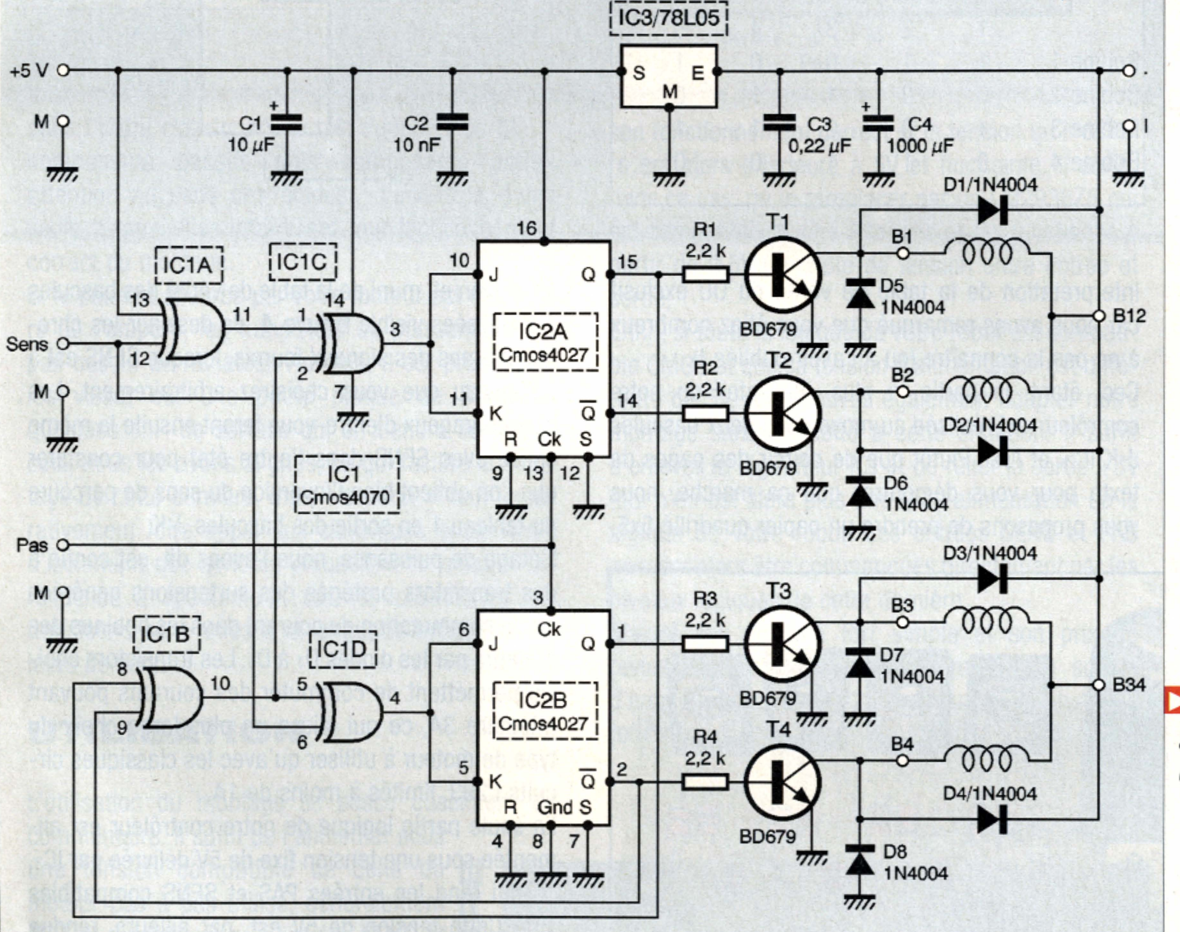
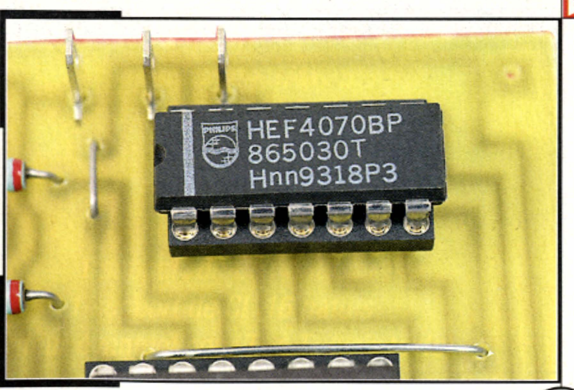



**FIGURE 2**

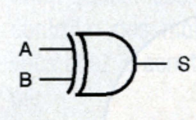
*Schéma de principe de notre montage*




*On utilise un très classique CMOS 4070*

**FIGURE 3**

*Table de vérité d'une porte OU exclusif*




| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

**FIGURE 4**

*Table de vérité de la bascule J - K utilisée*

| Ck | J | K | Qn | Qn + 1 |
|---|---|---|---|---|
| ↑ | 1 | X | 0 | 1 |
| ↑ | X | 0 | 1 | 1 |
| ↑ | 0 | X | 0 | 0 |
| ↑ | X | 1 | 1 | 0 |
| ↑ | 1 | 1 | Qo | $\overline{Qo}$ |
| ↓ | X | X | X | Qn |

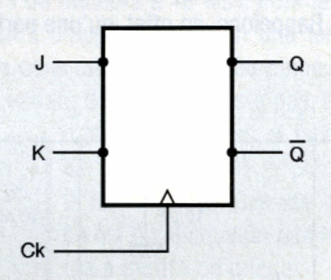



**TABLEAU 1**

*Ordre d'alimentation des bobines d'un moteur pas à pas unipolaire*

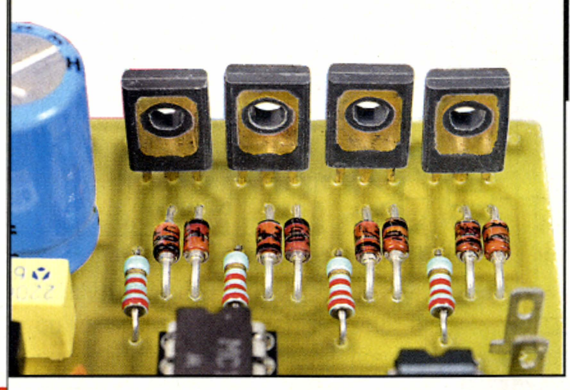
| | Numéro de pas | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Bobine 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Bobine 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Bobine 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Bobine 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

interprétation de la table de vérité du OU exclusif car nous avons remarqué que vous étiez nombreux à ne pas la connaître (ou à l'avoir oubliée !).

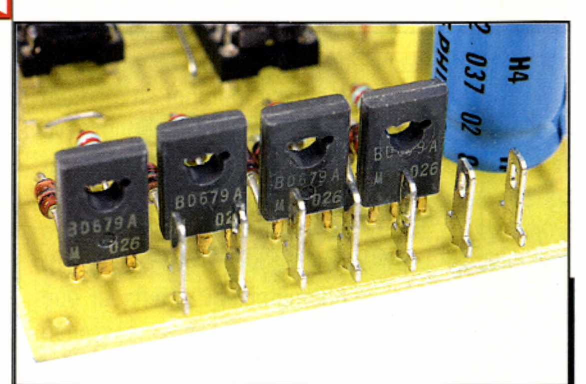
Ceci étant, la partie la plus «délicate» de notre contrôleur est réalisée au moyen des deux bascules J-K $IC_{2a}$ et $IC_{2b}$. Plutôt que de noircir des pages de texte pour vous démontrer que ça marche, nous vous proposons de prendre un papier quadrillé 5x5, un crayon et, muni de la table de vérité des bascules J-K utilisées visible **figure 4**, de dessiner les chronogrammes des signaux fournis, lorsque SENS est à un niveau que vous choisirez arbitrairement. Les plus courageux d'entre-vous feront ensuite la même chose avec SENS dans l'autre état pour constater que l'on obtient bien l'inversion du sens de parcours du tableau 1 en sortie des bascules J-K.

L'étage de puissance, nous l'avons dit, est confié à des transistors protégés des surtensions générées par la commutation du courant dans les bobines des moteurs par les diodes $D_1$ à $D_8$. Les transistors choisis permettent de commuter des courants pouvant atteindre 3A, ce qui laisse un plus large choix du type de moteur à utiliser qu'avec les classiques circuits L293, limités à moins de 1A.

La seule partie logique de notre contrôleur est alimentée sous une tension fixe de 5V délivrée par $IC_3$, ce qui rend les entrées PAS et SENS compatibles TTL. Cette tension de 5V est, par ailleurs, rendue disponible pour le circuit précédent notre contrôleur pour peu que la consommation sur celle-ci ne dépasse pas une cinquantaine de mA.



*Les transistors de puissance sont protégés des surtensions par des diodes du type 1N4004*




*Les transistors choisis permettent d'atteindre des courants de 3A*

## RÉALISATION

Les composants sont évidemment très faciles à approvisionner ; c'est là un des avantages de la logique traditionnelle ! Le montage, quant à lui, reste fort simple grâce au circuit imprimé dont le tracé vous est proposé **figure 5**.

L'implantation des composants est à réaliser en suivant les indications de la **figure 6** et en travaillant

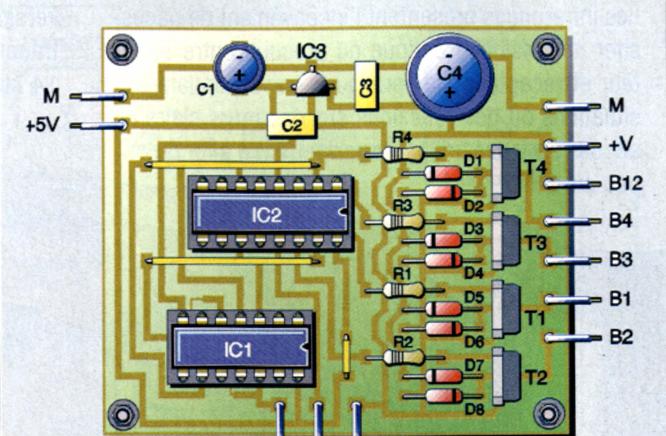



**Figure 5**
*Tracé du circuit imprimé*

**Figure 6**
*Implantation des composants*

dans l'ordre classique : straps, supports de CI, composants passifs puis composants actifs. Attention au sens des diodes ; l'inversion d'une seule d'entre elles interdisant tout fonctionnement correct du montage.

Si le courant absorbé par votre moteur est de l'ordre de l'ampère, les transistors de puissance n'ont pas besoin de radiateur. Au-delà, il est prudent de les visser sur une petite plaque de Dural de quelques cm² de surface qui en tiendra lieu. Pour cela, nous les avons alignés, ce qui facilite le montage de cette dernière, mais attention, il faut impérativement faire appel aux classiques accessoires d'isolement que sont les plaquettes en mica et les rondelles à épaulement, car les collecteurs des transistors sont reliés à la languette métallique de leurs boîtiers.

## UTILISATION

L'utilisation du montage se passe quasiment de commentaire. Il suffit de l'alimenter sous une tension compatible de celle du moteur pas à pas utilisé, généralement 12V, et d'appliquer aux entrées SENS et PAS des signaux logiques aux normes TTL pour constater le bon fonctionnement du montage.

Si votre moteur utilise une tension d'alimentation de 5V, il faut supprimer le régulateur $IC_3$ et relier par un strap sur le circuit imprimé les pastilles se faisant face correspondant à son entrée et à sa sortie.

Si votre moteur utilise une tension d'alimentation de 6V, la chute de tension aux bornes de $IC_3$ est insuffisante pour assurer son fonctionnement correct et la tension qu'il délivre est alors inférieure à 5V et fluctuante. Il suffit, dans ce cas, de le remplacer par un LM2936Z5 qui est compatible broche à broche et qui fonctionne à partir de 0,5V de chute de tension entre entrée et sortie.

Enfin, si toute la logique de votre robot est compatible CMOS et que sa tension d'alimentation est différente de 5V, vous pouvez également adapter notre montage sans difficulté à cette situation. Il suffit d'enlever le régulateur $IC_3$ et de relier la sortie +5V (qui n'en est alors plus une !) à l'alimentation de la logique de votre robot. Les entrées SENS et PAS peuvent alors être commandées directement par les niveaux logiques de cette dernière.

Malgré son schéma fort simple et son prix de revient dérisoire, ce montage reste très souple d'emploi et peut être adapté à toutes les situations rencontrées en robotique amateur.

**C. TAVERNIER**

### NOMENCLATURE

*$IC_1$ : 4070 CMOS*
*$IC_2$ : 4027 CMOS*
*$IC_3$ : 78L05 (voir texte si adaptation nécessaire)*
*$T_1$ à $T_4$ : BD679*
*$D_1$ à $D_8$ : 1N4004*
*$R_1$ à $R_4$ : 2,2 kΩ 1/4W 5%*
*$C_1$ : 10 µF/25V chimique radial*
*$C_2$ : 10 nF céramique*
*$C_3$ : 0,22 µF mylar*
*$C_4$ : 1000 µF/25V chimique radial*
*1 support de CI 14 pattes*
*1 support de CI 16 pattes*
*Radiateur éventuel pour $T_1$ à $T_4$ (voir texte)*

### ADRESSES INTERNET

*Adresse de l'auteur :*
tavernier@tavernier-c.com

# LIAISON SANS FIL

***Même si, à notre avis, un robot doit bénéficier d'une large autonomie de mouvement, car ce n'est pas un banal véhicule radiocommandé, il peut s'avérer nécessaire de lui envoyer des informations pendant qu'il est en train de se déplacer. Deux supports de transmission sont alors envisageables : les infrarouges et les ondes radio.***

Les infrarouges présentent l'inconvénient de nécessiter une visibilité optique ou presque entre émetteur et récepteur ; le «presque» correspondant aux situations où des réflexions sur des murs clairs ou sur des surfaces brillantes permettent d'aller un peu au-delà.

Les ondes radio, quant à elles, peuvent s'affranchir de ce genre de difficultés et, tout en restant dans la plus stricte légalité, permettent d'atteindre des portées de quelques dizaines de mètres dans les plus mauvaises conditions, à une centaine de mètres ou plus en terrain dégagé. De quoi se livrer à des expérimentations intéressantes, même en extérieur !

## CHOISIR LES BONS MODULES

Comme il est hors de question de vous faire réaliser les étages haute fréquence nécessaires à une liaison radio, nous avons évidemment fait appel à des modules hybrides aisément disponibles dans le commerce courant. Encore faut-il choisir correctement ces derniers pour bénéficier de performances intéressantes.

Si des modules AM classiques, de chez AUREL ou TELECONTROLLI par exemple, peuvent suffire pour des liaisons jusqu'à 1200 bits/seconde, il ne faut guère espérer aller au-delà avec les technologies employées. Notre ambition étant de pouvoir travailler au moins jusqu'à 9600 bits/seconde afin que le dialogue avec le robot ne soit pas trop lent eu égard au volume de données échangées, nous avons fait appel à des modules plus spécialisés de la société anglaise RADIOMETRIX.

Ces modules, appelés respectivement TX2 pour l'émetteur et RX2 pour le récepteur, permettent, dans leur version la plus performante, d'atteindre des vitesses de 160 kbits/seconde.

L'émetteur est commun à toutes les vitesses de transmission possibles, tandis qu'il existe trois versions de récepteurs de vitesses maxima de transmission respectivement égales à : 14 kbits/seconde, 40 kbits/seconde et 160 kbits/seconde. Notre montage est compatible des trois versions et seul votre porte-monnaie fera la différence !

Ceci étant précisé, les caractéristiques principales du module émetteur sont les suivantes :

- Émetteur à deux étages à modulation de fréquence piloté par résonateur à ondes de surface à 433,92 MHz.
- Puissance de sortie de +9 dBm soit environ 9 mW.
- Efficacité supérieure à 15% (puissance de sortie / puissance d'alimentation).
- Élimination du deuxième harmonique meilleure que -60 dB.
- Alimentation sous une tension unique de 4 à 6V, pour la version 5V utilisée ici, avec une consommation de 10mA.

Pour ce qui est des différentes versions de récepteurs, les points forts à noter sont les suivants :

- Récepteur à modulation de fréquence de type superhétérodyne à double changement de fréquence.
- Pilotage par résonateur à ondes de surface.
- Sensibilité meilleure que -107 dBm pour la version 14 kbits/seconde, -100 dBm pour la version 40 kbits/seconde et -96 dBm pour la version 160 kbits/seconde.
- Rayonnement parasite de l'oscillateur local inférieur à -60 dB.
- Alimentation sous une tension unique de 3 à 6V pour une consommation de 13mA.

Malgré ces excellentes performances, le prix de ces modules reste raisonnable et leur mise en œuvre est extrêmement simple comme nous allons le voir sans plus tarder.

## NOTRE SCHÉMA

Le schéma de l'émetteur RS232 vous est présenté **figure 1** et peut difficilement être plus dépouillé. Le module émetteur TX2 RADIOMETRIX est alimenté sous une tension stabilisée à 5V par $IC_1$. Ce régulateur est lui-même alimenté à partir des signaux de contrôle de la liaison RS232 du PC sur lequel sera branché notre montage. Les diodes $D_1$ à $D_3$ se chargent de récupérer ces tensions qui, sous réserve d'utiliser pour $IC_1$ le régulateur à faible consomma-

# RS232 POUR ROBOT



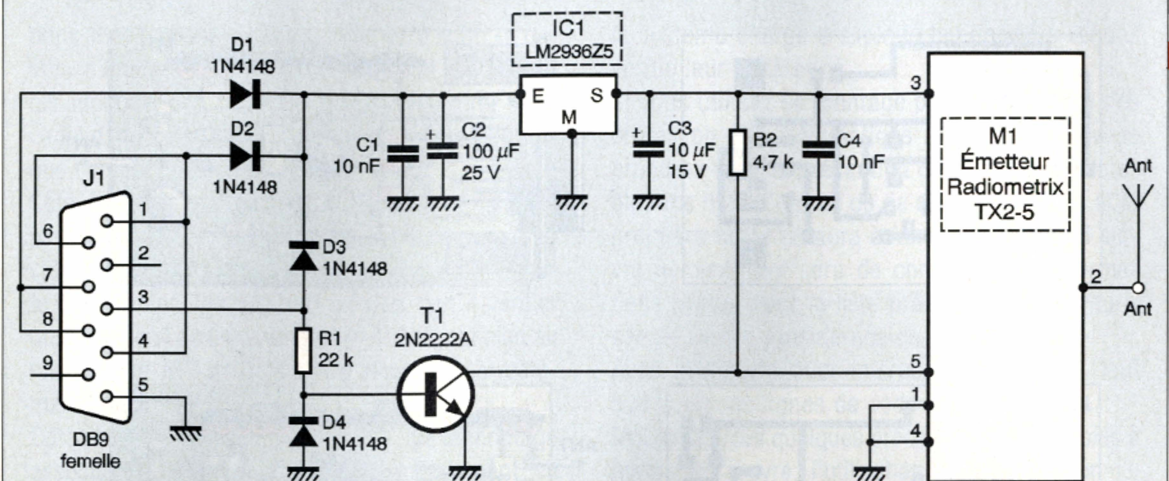



**FIGURE 1**

*Schéma de l'émetteur pour liaison série RS232*

M1
Récepteur
Radiometrix RX2
Ant
R4
1 k
RXD
M
IC1/7805
E S
M
+V
C4
100 µF
25 V
C3
0,22 µF
C1
10 µF
15 V
C2
10 nF
T1
BC557
T2
BC547
R3
10 k
CD
M
R1
22 k
R2
22 k
+5 V

**FIGURE 2**

*Schéma du récepteur associé*

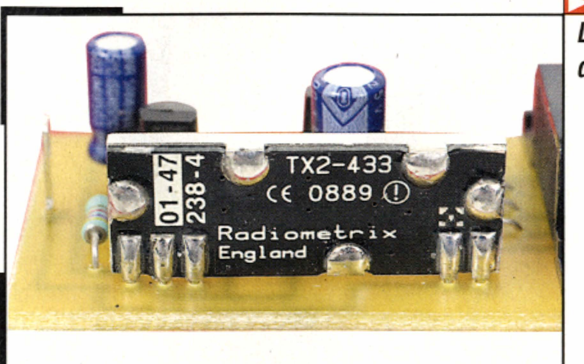
tion et faible chute de tension préconisé, s'avèrent capables d'alimenter ce module émetteur dans toutes les situations.

Le signal véhiculant les informations à émettre est converti, quant à lui, de RS232 en TTL au moyen du transistor $T_1$ qui assure aussi l'inévitable inversion du sens des données. Notre module émet donc des données «vraies», ce qui élimine tout besoin d'inversion au niveau du récepteur placé sur le robot.

Le schéma de ce dernier est presque aussi simple que l'émetteur comme vous pouvez le constater à l'examen de la **figure 2**. Le module RX2 RADIOMETRIX est alimenté, ici encore, en 5V. Cette tension peut être produite localement au moyen du régulateur intégré $IC_1$ qui est, ici, un banal 7805, ou peut être prélevée sur le robot via l'entrée +5V prévue à cet effet. Dans ce cas $C_4$, $C_3$ et $IC_1$ deviennent inutiles.

La sortie des données reçues par le module RADIOMETRIX est disponible sur la patte 7 de ce dernier. Aucune inversion n'est nécessaire puisque celle-ci a déjà été réalisée par le transistor $T_1$ du module émetteur.

Les transistors T1 et $T_2$, quant à eux, servent à




*Le module émetteur TX2 de RADIOMETRIX*

**FIGURE 3** *Tracé du circuit imprimé de l'émetteur*

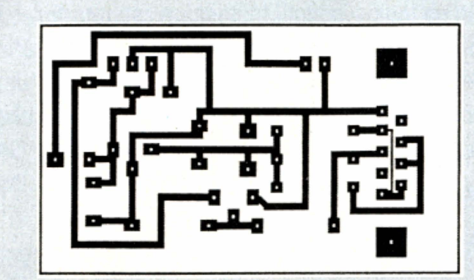


**FIGURE 5** *Implantation des composants de l'émetteur*

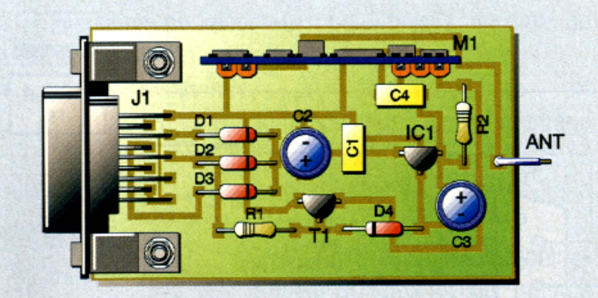



**FIGURE 4** *Tracé du circuit imprimé du récepteur*

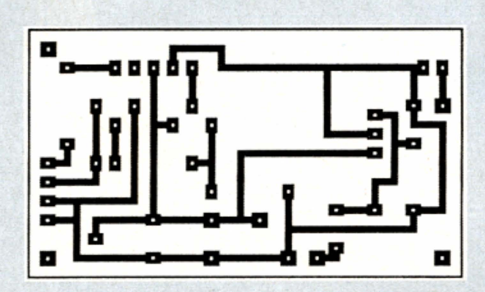
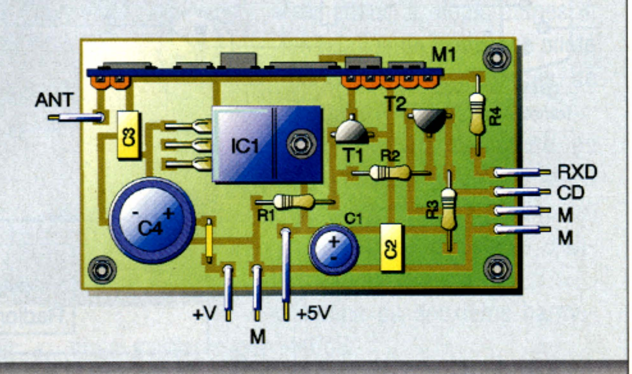
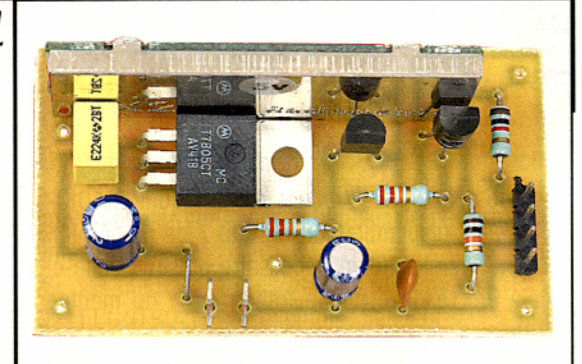


**FIGURE 6** *Implantation des composants du récepteur*

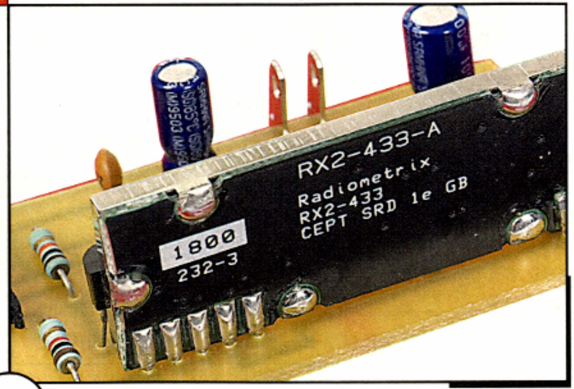



générer un signal de détection de porteuse à partir de l'information disponible sur la patte 3 du module RADIOMETRIX. La sortie CD de notre montage passe ainsi au niveau logique haut lorsque le module reçoit un signal à la fréquence de 433,92 MHz. Nous verrons en fin d'article l'intérêt de l'exploitation de cette information.

*Présentation du module récepteur*



*L'emploi du récepteur RX2 simplifie tout*




## RÉALISATION

Hormis les modules RADIOMETRIX, disponibles à notre connaissance uniquement chez LEXTRONIC, tous les autres composants sont des classiques que l'on trouve partout. Le dessin du circuit imprimé de l'émetteur vous est proposé **figure 3** et celui du récepteur **figure 4**. Aucun ne présente de difficulté de réalisation.

La mise en place des composants est à faire en suivant les indications des **figures 5** pour l'émetteur et **6** pour le récepteur. Dans les deux cas, vous procéderez dans l'ordre classique : composants passifs puis composants actifs en respectant bien leur sens ainsi que ceux des composants polarisés que sont les semi-conducteurs et les condensateurs chimiques.

Si l'alimentation 5V du récepteur est prélevée directement sur le robot, le régulateur $IC_1$ ainsi que $C_3$ et $C_4$ ne seront évidemment pas mis en place.

Remarquez que le module émetteur est muni d'un connecteur normalisé DB9 qui permet son branchement direct au port série d'un PC au moyen d'un simple câble droit, c'est à dire câblé fil à fil.

Le récepteur, quant à lui, est de taille suffisamment modeste pour pouvoir prendre place très facilement dans tout robot, même de faibles dimensions.

## UTILISATION

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'utilisation de ces modules nécessite quelques précau-

tions. Il ne faut pas croire, en effet, qu'il suffit «d'ouvrir» n'importe quelle liaison RS232 et d'y insérer les modules pour que ça marche. Rassurez-vous cependant, cela reste relativement simple une fois que l'on est prévenu.
Côté émetteur tout d'abord, il n'y a rien à faire de particulier si ce n'est de le raccorder, au moyen d'un câble droit répétons-le, sur le port série de n'importe quel compatible PC. Tout au plus faut-il vérifier que le logiciel de communication utilisé met bien au niveau haut RTS et DTR afin d'alimenter correctement l'émetteur.
Côté récepteur, il est indispensable que le montage associé sur le robot, qui sera généralement un microcontrôleur, teste l'état de la sortie CD.
Tant que CD est au niveau bas cela signifie que le récepteur ne reçoit aucun signal à 433,92 MHz et que les informations délivrées sur sa sortie RXD sont sans signification.
En effet, en raison du souffle produit par le récepteur, la sortie logique est le siège de signaux aléatoires permanents en l'absence de réception. Le test de la sortie CD permet donc de ne pas perdre son temps à tenter de les décoder pour rien.
Lorsque CD est au niveau haut, cela signifie que le récepteur capte un signal à 433,92 MHz. La sortie RXD peut donc avoir une signification, mais pas nécessairement car deux cas sont à considérer :
Si le micro ordinateur connecté au module émetteur fournit un flot continu de données sur sa sortie série, aucun problème ne se pose et ce flot continu est disponible sur RXD tant que les modules restent en contact radio, ce qu'indique la sortie CD rappelons-le.
Par contre, si le micro-ordinateur n'envoie ses données que par intermittence, les zones de «silence», c'est à dire celles pendant lesquelles la sortie d'émission de données du PC est inactive, se traduisent au niveau du récepteur par la fourniture, sur sa sortie RXD, de signaux logiques aléatoires. Ce n'est pas du à un quelconque défaut de notre montage mais à la technologie de réception mise en œuvre sur les modules RX2.
Dans cette situation, il est donc indispensable que, outre le fait de s'assurer que CD est au niveau haut, le système chargé d'exploité les données reçues vérifie leur cohérence.
Si vous utilisez ce montage pour transmettre des ordres ou des informations à votre robot, vous prendrez donc la précaution de définir, par exemple, une liste d'ordres ou de données valides et la première tâche qu'aura à faire la logique qui suivra le récepteur sera de comparer les informations reçues avec la liste préalablement mémorisée de celles considérées comme valides.
Avec n'importe quel microcontrôleur il ne faut que quelques lignes de code pour y parvenir.
Moyennant ces quelques précautions, fort simples à mettre en œuvre, l'utilisation de cette liaison ne devrait vous poser aucun problème particulier.

**C. TAVERNIER**

## NOMENCLATURE

**Émetteur**

*$IC_1$ : LM2936Z5 (ne pas remplacer par un 78L05)*
*$M_1$ : module émetteur RADIOMETRIX TX2 - 5V (LEXTRONIC)*
*$T_1$ : 2N2222A*
*$D_1$ à $D_4$ : 1N914 ou 1N4148*
*$R_1$ : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)*
*$R_2$ : 4,7 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)*
*$C_1$, $C_4$ : 10 nF céramique*
*$C_2$ : 100 µF/25V chimique radial*
*$C_3$ : 10 µF/15V chimique radial*
*$J_1$ : connecteur DB9 femelle pour CI, coudé à 90°*

**Récepteur**

*$M_1$ : module récepteur RADIOMETRIX RX 2, version 14 kbits/seconde ou plus (LEXTRONIC)*
*$IC_1$ : 7805 (facultatif, voir texte)*
*$T_1$ : BC557, BC558*
*$T_2$ : BC547, BC548*
*$R_1$, $R_2$ : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)*
*$R_3$ : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)*
*$R_4$ : 1 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, rouge)*
*$C_1$ : 10 µF/15V chimique radial*
*$C_2$ : 10 nF céramique*
*$C_3$ : 0,22 µF mylar (facultatif, voir texte)*
*$C_4$ : 100 µF/25V chimique radial (facultatif, voir texte)*

## ADRESSES INTERNET

*Adresse de l'auteur :*
tavernier@tavernier-c.com